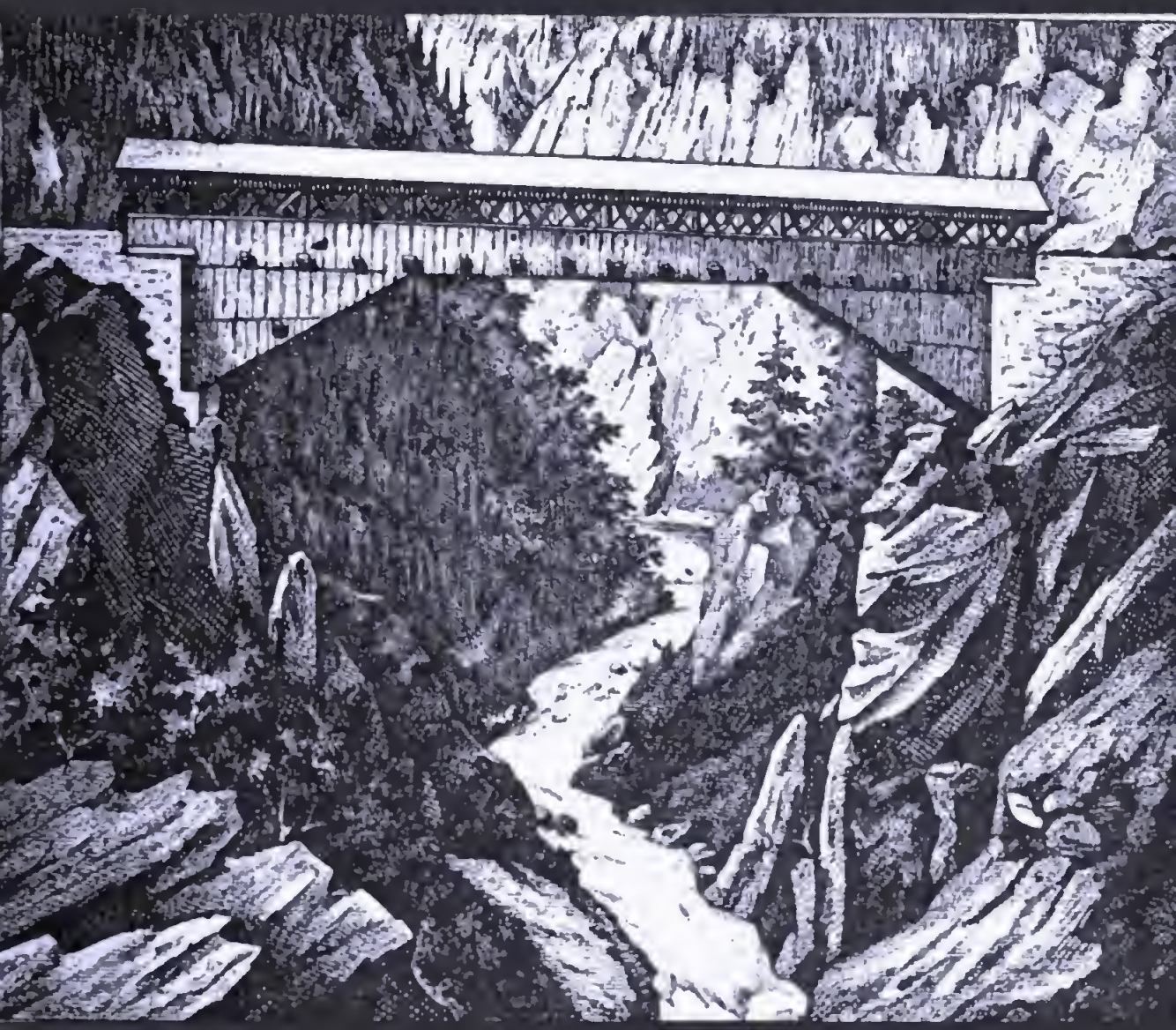

Schopfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit

Curt Merckel

Aus Natur und Geisteswelt.

Sammlung

wissensch… …aus allen

von … …Mark,

Gesc… …liefert.

Jedes B… …käuflich.

Die …erstellungs-
kosten leid… …ringfügigen
Betrag v… …es bei den
letzten Bä… …bbildungen
reicher ge… …rer inhalt-
lichen Vor… …hen suchen.

Die …Bedürfnis
nach bil… …altender
Lektüre e… …sich abge-
schlossene… …kleinerer
wichtiger… …amit eine
Lektüre, …kann.

Ein… …es Stoffes
soll auf …itwirkung
angesehen… …So wird
eine Lekt… …auernden
Nutzen v…

Wie… …Zweck der
Sammlun… …es sorg-
fältigste… …ng bei-
gegeben …ichnung
versehen…

Es …

Acht Vort… …Buchner.
Mit zahlr. Abb. i. T. Geh. *M.* 1 —, geschmackv. geb. *M.* 1.25.
Unterrichtet in klarer und überaus fesselnder Darstellung über alle wichtigen Fragen der Hygiene.

Soziale Bewegungen und Theorien bis zur modernen Arbeiterbewegung. Von G. Maier. Geh. *M.* 1 — …geschmackv. geb. *M.* …

Will auf historischem Wege in die Wirtsch… …
für soziale Fragen wecken und klären.

IN MEMORIAM
Albin Putzker

SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
LVX
FIAT
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS

Bau und Leben des Tieres. Von Dr. W. Haacke. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25

Vermag zu einem besseren Verständnis unserer Umgebung, unserer Freunde in Haus und Hof, in Feld und Wald zu führen.

Schrift- und Buchwesen in alter und neuer Zeit. Von Prof. Dr. O. Weise Reich illustr. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25

Verfolgt durch mehr als vier Jahrtausende Schrift-, Brief- und Zeitungswesen, Buchhandel und Bibliotheken.

Palästina und seine Geschichte. Sechs volkstümliche Vorträge von Prof. Dr. von Soden. Mit zwei Karten und einem Plan von Jerusalem. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Ein Bild nicht nur des Landes selbst, sondern auch alles dessen, was aus ihm hervor oder über es hingegangen ist im Laufe der Jahrhunderte.

Luft, Wasser, Licht und Wärme. Acht Vorträge aus der Experimental-Chemie. Von Prof. Dr. R. Blochmann. Mit 103 Abbildungen im Text. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25

Führt unter besonderer Berücksichtigung der alltäglichen Erscheinungen des praktischen Lebens in das Verständnis der chemischen Erscheinungen ein.

Deutsche Baukunst im Mittelalter. Von Prof. Dr. A. Matthaei. Mit zahlr. Abb. i. T. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25

Will mit der Darstellung der Entwicklung der deutschen Baukunst des Mittelalters zugleich über das Wesen der Baukunst als Kunst aufklären.

Das deutsche Volkslied. Über Wesen und Werden des deutschen Volksgesanges. Von Privatdozent Dr. J. W. Bruinier. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Einer der wichtigsten Erscheinungen deutschen Volkslebens gewidmet, nicht zu steifer akademischer Erörterung, sondern zu herzlich warmer Schilderung.

Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Elektrizität. Von Prof. Dr. Richarz. Mit 94 Abbildungen im Text. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Behandelt leicht verständlich, zugleich aber für jeden Fachmann interessant, die neuesten vielbesprochenen Fortschritte auf elektrischem Gebiete.

Unsere wichtigsten Kulturpflanzen. Von Privatdozent Dr. Giesenhagen in München. Mit zahlreichen Abbildungen im Text. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Vermittelt durch die Schilderung der wichtigsten Kultur der Getreidepflanzen zugleich in anschaulicher Form allgemeine botanische Kenntnisse.

Das deutsche Handwerk in seiner kulturgeschichtlichen Entwicklung. Von Dr. Ed. Otto. Mit 27 Abbildungen auf 8 Tafeln. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Eine Darstellung der historischen Entwicklung und der kulturgeschichtlichen Bedeutung des deutschen Handwerks von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart.

Das Theater. Von Privatdozent Dr. Borinski in München. Mit 8 Bildnissen großer dramatischer Dichter. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Läßt bei der Vorführung der dramatischen Gattungen die dramatischen Genies der Völker und Zeiten thunlichst selbst reden.

Die Leibesübungen und ihre Bedeutung für die Gesundheit. Von Prof. Dr. R. Zander. Mit 19 Abbildungen im Text und auf 2 Tafeln. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Will darüber aufklären, weshalb und unter welchen Umständen die Leibesübungen segensreich wirken, indem es ihr Wesen, andererseits die in Betracht kommenden Organe bespricht.

Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Sechs volkstümliche Vorträge über Deutschlands Eisenbahnen und Binnenwasserstraßen, ihre Entwicklung und Verwaltung, sowie ihre Bedeutung für die heutige Volkswirtschaft von Prof. Dr. Walther Lotz. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Erörtert nach einer Geschichte des Eisenbahnwesens insbesondere Tarifwesen, Binnenwasserstraßen und Wirkungen der modernen Verkehrsmittel.

Die deutschen Volksstämme und Landschaften. Von Prof. Dr. O. Weise. Mit 26 Abbildungen. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Schildert, durch eine gute Auswahl von Städte-, Landschafts- und anderen Bildern unterstützt, die Eigenart der deutschen Gaue und Stämme.

Ernährung und Volksnahrungsmittel. Sechs Vorträge gehalten von Prof. Dr. Johannes Frentzel. Mit 6 Abbildungen im Text und 2 Tafeln. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Behandelt die Ernährungslehre, den Verdauungsapparat und die Zubereitung der Nahrungsmittel, die einzeln ausführliche Besprechung erfahren.

Aufgaben und Ziele des Menschenlebens. Von Dr. J. Unold in München. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Beantwortet die Frage: Giebt es keine bindenden Regeln des menschlichen Handelns? in zuversichtlich bejahender, zugleich wohlbegründeter Weise

Der Kampf zwischen Mensch und Tier. Von Prof. Dr. Karl Eckstein. Mit 31 Abbild. i. T. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Der hohe wirtschaftliche Bedeutung beanspruchende Kampf erhält eine eingehende, ebenso interessante wie lehrreiche Darstellung.

Am sausenden Webstuhl der Zeit. Übersicht der Wirkungen der Entwicklung der Naturwissenschaften u. der Technik. Von Launhardt, Geh. Reg.-Rat, Prof. a. d. Techn. Hochschule zu Hannover. Mit vielen Abbild. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Heute, wo wir in den Naturwissenschaften und der Technik einen alle vergangenen Zeiten weit überragenden Standpunkt einnehmen, ist ein Rückblick auf ihre Entwicklung, wie sie das vorliegende Bändchen in geistreichen Ausführungen giebt, gewiß vielen willkommen. Indem er sie den Weltwundern der Alten gegenüberstellt, weiß der Verfasser treffend das Wesen der Wunder unserer Zeit klar zu stellen. Vorbereitet durch naturwissenschaftliche Entdeckungen, die die Sinne verschärfen und vervollkommnen, haben diese Erfindungen unsere Herrschaft über den Raum in ungeahnter Weise ausgebreitet, die modernen Schußwaffen wie die Fernrohre, die Eisenbahnen, die Dampfschiffe und die Luftschiffe. Eine eingehende Darstellung erfährt insbesondere die Entwicklung des Eisenbahnwesens. Im letzten der Vorträge werden die meistens zu entgegengesetzten Erscheinungen führenden Wirkungen der Verkehrsvervollkommnung dargestellt.

Aus Natur und Geisteswelt.
Sammlung
wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen aus allen Gebieten des Wissens.
28. Bändchen.

Schöpfungen der Ingenieurtechnik der Neuzeit.

Von

Curt Merckel,
Baninspektor.

Mit 50 Abbildungen im Text und auf Tafeln.

Leipzig,
Druck und Verlag von B. G. Teubner.
1901.

TA19
M45

Alle Rechte, einschließlich des Übersetzungsrechts, vorbehalten.

Vorwort.

Die in diesem Bändchen enthaltenen Schilderungen von Schöpfungen der modernen Ingenieurtechnik lehnen sich ziemlich eng an die öffentlichen Vorträge an, welche der Verfasser in dem Wintersemester 1899/1900 im Auftrage der Hamburgischen Oberschulbehörde gehalten hat. Seit längerer Zeit finden in Hamburg im Auftrage der genannten Behörde zahlreiche öffentliche Vorträge aus den mannigfaltigsten Gebieten der Kunst und Wissenschaft statt. Da diese Vorlesungen in der Mehrzahl von einem sehr ungleichartig vorgebildeten Publikum besucht werden, so müssen die Themata mehr oder weniger in einer allgemein und nicht etwa in nur einer dem Fachmann verständlichen Weise zum Vortrage gelangen. Dieses gilt insbesondere von den Vorlesungen aus dem Gebiet der Bau- und Ingenieurwissenschaften, war doch der ausgesprochene Zweck dieser Vorträge nicht etwa der, Fachleute zu belehren, sondern vielmehr das große Publikum mehr und mehr für die Leistungen und Schöpfungen der Ingenieurtechnik zu interessieren. Diese Wissenschaft gewinnt erfreulicherweise auch in Deutschland ständig an Ansehen und ihre große Bedeutung für die Entwicklung der Menschheit kommt auch hier immer mehr zur Erkenntnis.

Die Vorträge sind, soweit solches für den Druck und infolge der in der Zwischenzeit eingetretenen Veränderungen nötig erschien, umgearbeitet und ergänzt worden.

Hamburg, Januar 1901.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

Einleitung 1

I. Kapitel. Gebirgsstraßen 3

II. Kapitel. Gebirgsbahnen 19

III. Kapitel. Bergbahnen 38

IV. Kapitel. Transkaspische Eisenbahn 56

V. Kapitel. Die Sibirische Eisenbahn 65

VI. Kapitel. Chinesisches Verkehrswesen, insbesondere die Entwicklung der chinesischen Eisenbahnen 85

VII. Kapitel. Moderne Kanalbauten 101

VIII. Kapitel. Moderne Hafenbauten 120

Verzeichnis der Abbildungen nebst Quellennachweis 138

Einleitung.

Die Schöpfungen der modernen Ingenieurtechnik haben fragelos auf die Entwicklung der gesamten Verhältnisse der Neuzeit einen sehr merkbaren Einfluß ausgeübt. Unter diesen Schöpfungen nehmen diejenigen, welche dem Verkehrswesen dienen, einen besonders hervorragenden Platz ein. Unter ihnen muß wiederum den Eisenbahnen die Palme zuerkannt werden, haben dieselben doch das Leben der Menschen in vielen Teilen der Erde vollständig und zwar in günstiger Weise verändert. Ihren ungeheuer großen, kulturfördernden Einfluß vermögen wir überall dort zu verfolgen, wohin die eiserne Bahn in unseren Tagen in unkultivierten Landstrichen vordringt.

Von den acht Kapiteln dieses Bändchens sind fünf diesem wichtigsten Kulturförderer gewidmet. Das Eisenbahnnetz der Erde gestaltet sich immer dichter, die einzelnen Maschen weisen jedoch eine sehr ungleiche Größe auf. Nicht nur zeigen, wie leicht erklärlich, die unkultivierten Länder sehr geräumige Maschen, sondern auch in den kultivierten Ländern finden wir diese Ungleichheit, die zu einem Teil auf die geographische Beschaffenheit der betreffenden Länder zurückzuführen ist. Die Hochgebirge mit ihren mit ewigen Schnee bedeckten Spitzen bieten der Anlegung der Schienenwege so große Schwierigkeiten und diese Anlagen verursachen in diesen Gegenden so große Kosten, daß notgedrungenerweise hier ein Vordringen nur in wenigen Strängen ausführbar ist. Die Gebirgsbahnen beanspruchen unter den verschiedenen Bahngattungen ein erhöhtes Interesse und einzelne der bemerkenswertesten derselben werden im zweiten Kapitel geschildert, nachdem im ersten ihre Vorläufer, die Gebirgsstraßen, betrachtet worden sind. Das dritte Kapitel führt uns auf die Gebirgsspitzen. Immer größer wird die Zahl der den Menschen durch Bergbahnen zugänglich gemachten Aussichtspunkte.

Ist es in den drei ersten Kapiteln in besonderem Maße die technische Ausgestaltung der Ingenieurschöpfungen, welche diesen ihre Bedeutung verleiht, so nehmen die in den folgenden drei Kapiteln behandelten Themata, die transkaspische, die transsibirische und die chinesischen Eisenbahnen das Interesse weiterer Kreise namentlich dadurch in Anspruch, daß diese Bahnen zweifellos in absehbarer Zeit berufen sein werden, nicht nur in verkehrlicher sondern besonders auch in politischer Beziehung eine große Rolle zu spielen.

Das siebente und achte Kapitel behandeln moderne Kanal- und Hafenbauten. Die Schiffahrt ist neben den Eisenbahnen der Hauptfaktor des Verkehrs. Während die Eisenbahnen der Fluß- und besonders der Kanalschiffahrt eine scharfe Konkurrenz bereiten, ist die Seeschiffahrt im großen und ganzen ohne Mitbewerber.

Der Kampf zwischen Kanal und Eisenbahn hat noch nicht sein Ende erreicht, hat aber bereits zu mannigfachen Umgestaltungen und Neuerungen in dem Kanalbauwesen geführt, deren Kenntnis, wenn dieselben auch noch nicht alle ihre Feuerprobe bestanden haben, von Interesse ist.

Die Bedeutung der Seeschiffahrt nimmt von Jahr zu Jahr zu, da das Erwerbsleben einer größeren Anzahl Völker sich immer enger mit der Weltwirtschaft verflicht. Die Transportfähigkeit der deutschen Seeschiffe hat vom Jahre 1894—1899 einen ganz gewaltigen Aufschwung genommen, weshalb fortdauernd neue Hafenanlagen erforderlich werden, an deren Ausbildung infolge des beständig sich immer rascher gestaltenden Betriebes der Seeschiffahrt und wegen des unaufhörlichen Wachsens der Schiffe immer mannigfaltigere und schwerer zu erfüllende Forderungen gestellt werden. Welchen weitgehenden Anforderungen ein moderner Hafen genügen muß, wird im achten Kapitel im einzelnen näher ausgeführt. Dank den vorgeschrittenen Arbeitsmethoden und den leistungsfähigen Arbeitsmaschinen werden heute in verhältnismäßig kurzer Zeit Anlagen zur Ausführung gebracht, an deren Inangriffnahme man früher kaum zu denken gewagt haben würde.

I. Kapitel.

Gebirgsstraßen.

Die Verkehrsstraßen haben von jeher für den Handel und den Verkehr und damit für den Kulturfortschritt eine große Bedeutung gehabt. Durch die in unserem Jahrhundert von den Eisenbahnen bewirkten Umwälzungen im Verkehrswesen haben die Landstraßen allerdings gegen frühere Zeiten nach einer bestimmten Richtung hin an Wert verloren. Während einst die Landstraßen neben den Wasserwegen die einzigen Vermittler des Verkehrs auf weiten Strecken waren, hat heute die Eisenbahn die Straßen aus ihrer Position verdrängt und ihnen eine mehr untergeordnete Rolle zugewiesen. In den Kulturländern fällt den Landstraßen im allgemeinen immer ausschließlicher die Aufgabe zu, lediglich dem Verkehr zwischen benachbarten Orten zu dienen. Trotz der erfahrenen Einschränkung ist die Bedeutung der Landstraßen jedoch groß genug, um auch heute noch zahlreiche Landwege entstehen zu lassen. Es ist erklärlich, daß in früheren Zeiten die größten Anstrengungen gemacht wurden, dort, wo der Schaffung von Verbindungsstraßen, durch Wasserläufe oder gar Gebirgszüge, Schwierigkeiten erwuchsen, diese Hemmnisse zu beseitigen. Während in der Gegenwart, bei der sehr entwickelten Ingenieurtechnik, diese Hindernisse meistens dadurch aus dem Wege geräumt werden, daß die mächtigsten Gebirgsmassen durchbohrt und so den Schienenwegen freie Bahn geschaffen wird, waren die Ingenieure in der Vergangenheit gezwungen, die Wege durch eine künstliche Führung über die Gebirge hinweg zu führen, wobei sie erklärlicherweise für den Übergang die tiefsten Einsenkungen aufsuchten, d. h. die Paßstellen, auch Cols, Joche oder Furken genannt.

In Europa finden sich die bedeutendsten Erhebungen in der Schweiz. Die Lage der Alpen zwischen Italien einerseits und Frankreich, der Schweiz und Österreich andererseits macht es erklärlich, daß man bereits frühzeitig bemüht war, diese Schranken wirkungslos zu machen. Die in der Längsrichtung der Alpen vorhandenen Einsattelungen sind sehr zahlreich. Aber nicht nur in der Richtung quer zur Längenerstreckung, sondern auch in der Längenrichtung selbst ist es möglich geworden, über die Gebirgsknotenpunkte hinweg Verbindungen zu schaffen. Die wichtigste Verbindungsstraße in der Längenrichtung ist (s. Abb. 1) die im Rhônethal aufwärts führende Straße, welche in ihrem weiteren Verlauf die Furka übersteigt, das Urserenthal entlang geht und über den Oberalppaß klimmt. Ein Parallelweg geht von Chiavenna aus, führt über den Molojapaß, durchschneidet das Ober- und Unterengadin und mündet bei Finstermünz in Tirol.

Dem römischen Kaisertum ist die Anlegung der ersten brauchbaren Straßen über die Alpen zu danken. Die römischen Straßen gingen über den Großen St. Bernhard, den Simplon, den Luckmanier, den Bernhardin, Splügen, Septimer, Mont Cenis und den Brenner. Die Römerstraßen in den Alpen waren den örtlichen Verhältnissen gut angepaßt aber zum größeren Teil für den Fahrverkehr ihrer Steilheit wegen nicht geeignet. Nach der Vertreibung der Römer geschah für die Unterhaltung oder gar für die Verbesserung so gut wie nichts. Soweit eine Unterhaltung von den Anwohnern kümmerlich beschafft wurde, geschah solches meistens als Gegenleistung für kaiserliche Privilegien. An den großen mittelalterlichen Hauptstraßen entwickelte sich nach und nach ein ganzes System von Geleitsrechten, Zöllen, Fürleitrechten, Wegerechten, Lad- und Ablad-, sowie Suchtenrechten. In Graubünden gelangten diese Rechte in den Besitz von sogenannten Portensgemeinden, welche das ausschließliche Recht des Transportes von Waren und der Beförderung von Reisenden für sich in Anspruch nahmen. Erst mit dem Bau der drei großen Gebirgsstraßen, über den Simplon, St. Gotthard und Bernhardin, im Anfange dieses Jahrhunderts begann eine Ablösung aller örtlichen Zwangs- und Vorzugsrechte. Bis zum Bundesbeschluß des Jahres 1861 blieben zwar den Mitgliedern der Fuhrgemeinden (Porten) bestimmte Rechtsame, fortan konnte jedoch der Spediteur sich wenigstens seine Fuhrleute frei auswählen und brauchte sich nicht mehr an

die läſtige Kehr- und Rodordnung zu halten. Dieſe Ordnungen entſprachen den auf zahlreichen deutſchen Flüſſen geltend geweſenen

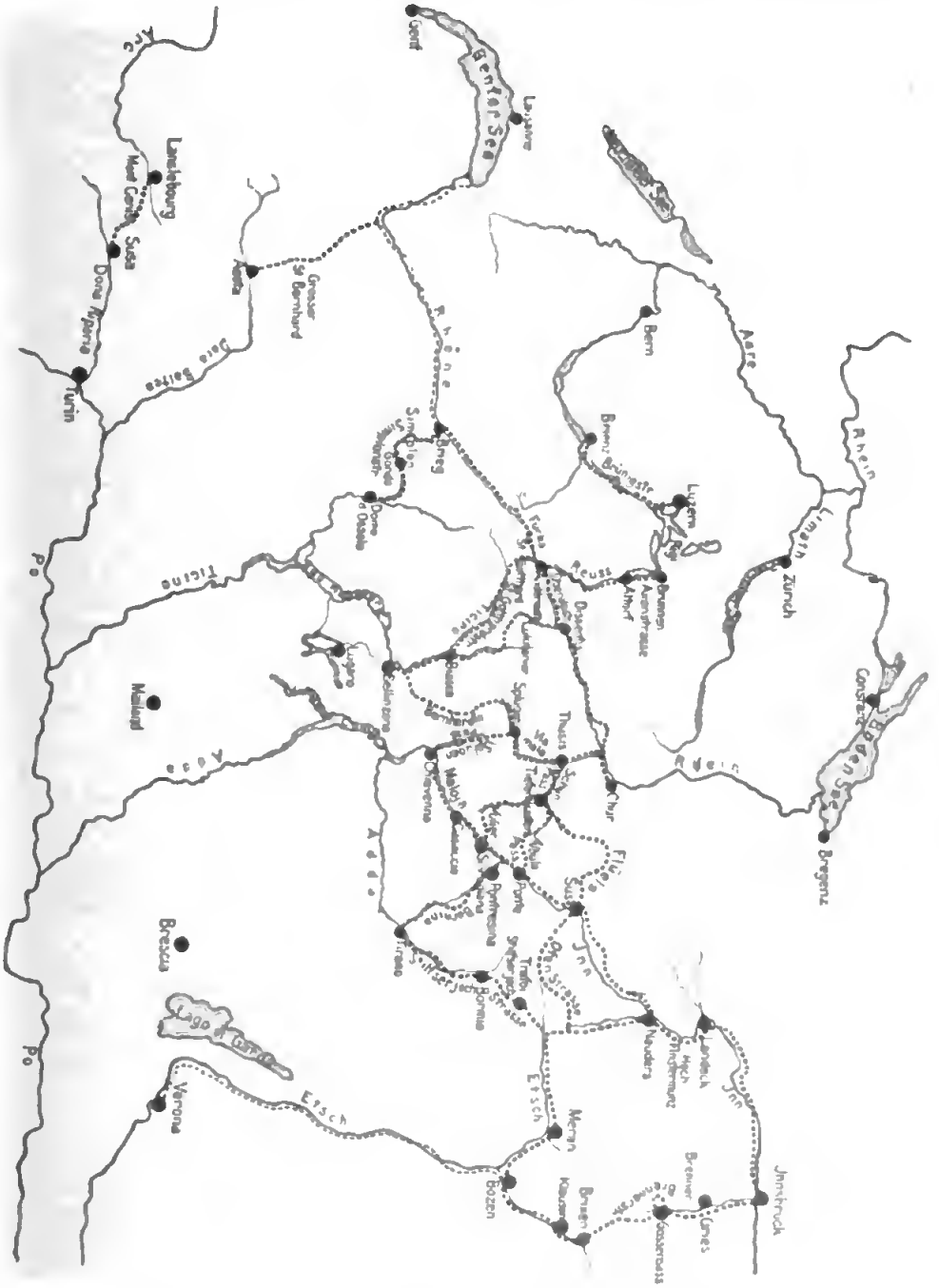

Abb. 1. Lagerplan der Schiffahrten in der Schweiz und Tirol.

Reihenfahrten, wonach nur derjenige, der überhaupt zur Fahrt berechtigten Schiffer, den Anſpruch erheben konnte einen Transport zu übernehmen, welcher nach der aufgeſtellten Fahrordnung an der Reihe war.

Fast das ganze Mittelalter hindurch erfolgte, ganz ebenso wie im Altertum, der Frachtverkehr über die Alpen durch Saumtiere. Es galt als ein sehr gewagtes Unternehmen, dieses Gebirge anders als mit Maultieren oder mit Saumrossen zu überschreiten.

Die Gebirgsstraßen sind als die schwierigsten Werke des Straßenbauingenieurs zu betrachten. Während es in der Ebene leicht ist, die Richtung und Höhenlage einer Straße zu bestimmen, um durch sie in billigster und zweckentsprechendster Weise zwei Orte miteinander zu verbinden, fordert die Feststellung der Richtung (der Trace) einer Straße in gebirgiger Gegend einen sehr großen Aufwand an Zeit und setzt eine große Geschicklichkeit in der Ausführung derartiger Ermittelungen voraus. Eine Hauptbedingung einer leistungsfähigen Straße besteht darin, daß das Gefälle, d. h. Steigung, nicht zu groß ist, da sonst entweder die Zugtiere zu sehr angestrengt werden, oder die zu befördernde Last nur sehr gering sein darf, so daß sich die Transportkosten entweder sehr hoch stellten, oder der Transport sich überhaupt nicht lohnte. Um nun die Straße nicht zu steil anlegen zu müssen, ist man nicht selten gezwungen, derselben eine gewundene Richtung zu geben, indem es nur auf diese Weise möglich wird, die zur Überwindung der Steilheit des Gebirges nötige Länge zu erzielen. Man bezeichnet diese Windungen mit dem Ausdruck Kehren oder Serpentinen. Abb. 2 zeigt derartige Kehren an der Splügenstraße, welche Straße weiterhin näher beschrieben wird.

Bei den Gebirgsstraßen gilt es jedoch nicht nur die aus den Terrainverhältnissen entspringenden Schwierigkeiten zu überwinden, sondern auch die den Witterungseinflüssen ihre Entstehung verdankenden Hindernisse müssen beseitigt werden.

Die letzteren Schwierigkeiten sind um so größer, in je größere Höhe die Straße geführt werden muß, das heißt, um so höher die betreffende Paßstelle liegt. Die Niederschlagsmengen, sei es in der Form des Regens oder des Schnees, sind gewöhnlich ganz außerordentlich große und bedingen zu ihrer unschädlichen Abführung nicht selten sehr bedeutende Anlagen. Um die Straßen gegen die Schneestürze zu sichern, werden an den Berglehnen umfangreiche Schneeschutzanlagen

ausgeführt und die Straßen an ganz besonders gefährdeten Stellen mit Gallerien ausgerüstet. Diese Gallerien werden

Abb. 2. Kehren an der Splügenstraße.

entweder in die Felsen gesprengt oder gemauert, oder auch in provisorischer Weise aus Holz hergestellt. In bestimmten Abständen werden in der freiliegenden Galleriewand Öffnungen, die man als Fenster bezeichnet, hergestellt. Abb. 3 zeigt die

Winter-Gallerie mit dem Piz Cambrena an der Berninastraße. Bei dem landschaftlichen Charakter der Schweiz ist es erklärlich,

Abb. 3. Winter-Gallerie an der Berninastraße (im Hintergrund der Piz Cambrena).

daß die Straßen eine große Anzahl von Brückenbauten bedingten. Diese vielfach aus Holz hergestellten Brücken zeigen in ihren Überbauten ein eigenartiges Aussehen (Abb. 4). Einzelne derselben besitzen infolge dieser Schutzbauten ein sehr hohes Alter.

Die hervorragendsten Gebirgsstraßen Europas sind gegen Ende des 18., in ihrer Mehrzahl sogar erst im 19. Jahrhundert angelegt worden. Alljährlich wandern oder fahren auf ihnen tausende Touristen dahin, neben den Wundern der Natur die von Menschenhand geschaffenen Werke bewundernd.

Es ist zweifellos, daß, wenn die Eisenbahnen einige Jahrzehnte früher in der Schweiz ihren Einzug gehalten hätten,

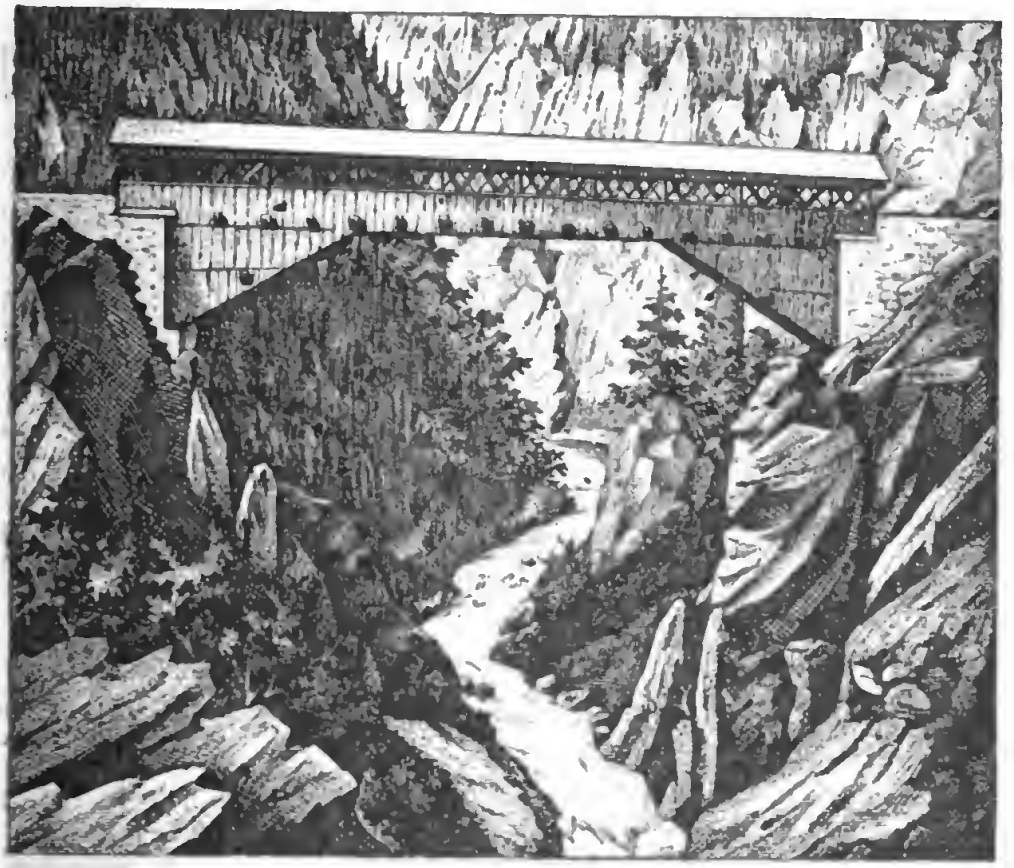

Abb. 4. Brücke über das Russeiner Tobel (Oberalpstraße).

einige der bedeutendsten Straßen nicht zur Ausführung gekommen wären. Auf den Warenverkehr dieser Straßen hat die Eisenbahn erklärlicherweise in einem ganz außerordentlich ungünstigen Maße eingewirkt. So hat z. B. der Verkehr über den Splügen, der früher stets ein großer war, im Jahre 1856 271 000 Centner betragen. Im Jahre 1875 war er durch die Konkurrenz der Brenner- und Mont Cenis-Bahn bereits auf 50 000 Centner gesunken. Seitdem hat derselbe eine weitere Einschränkung erfahren.

Um ein Bild der Alpenstraßen zu gewinnen, soll im nachstehenden auf einige der bedeutenderen näher eingegangen werden. Als die hauptsächlichsten sind in der Reihenfolge von West nach Ost zu nennen:

die Mont-Cenis-Straße,
= Straße über den Großen St. Bernhard,
= Simplonstraße.

Diese drei Straßen stellen eine Verbindung zwischen dem Rhônethal und dem Thale des Po resp. dessen Nebenflüssen Dora Riparia, Dora Baltea und dem Ticino (resp. Toce) her.

Die Furkastraße verbindet das Thal der Rhône mit dem Reußthal, in dem die Gotthardstraße aufwärts führt. Durch diese wird eine Verbindung des Reußthals mit dem Ticinothal geschaffen. Die Oberalpstraße bildet gleichsam die Fortsetzung der Furkastraße und stellt eine Verbindung zwischen Reuß- und Rheinthal her.

Es folgen dann:

die Lukmanierstraße,
= Splügenstraße,
= Bernhardinstraße,
= Flüelnstraße,
= Albulastraße
= Straße über den Julier und Maloja,
= Berninastraße
= Ofenstraße,
= Stilfserjochstraße,
= Brennerstraße.

Die Stilfserjochstraße (Stelviostraße) besitzt von allen Alpenstraßen die größte Paßhöhe. Es liegt der höchste Punkt

der	Stilfserjochstraße	2830	m	über	dem	Meere,
=	Furkastraße	2436	=	=	=	=
=	Julierstraße	2287	=	=	=	=
=	Splügenstraße	2117	=	=	=	=
=	St. Gotthardstraße	2114	=	=	=	=
=	Mont Cenisstraße	2071	=	=	=	=
=	Bernhardinstraße	2063	=	=	=	=
=	Simplonstraße	2010	=	=	=	=
des	Brennersattels	1370	=	=	=	=

Die Stilfserjochstraße führt aus dem Etschthale in Tirol über das Stilfser Joch in das Thal der Adda und durch das Veltlin längs dem Comer See nach Mailand. Sie wurde unter Kaiser Franz dem Ersten (1745—1765) begonnen. Für ihre Entstehung waren, ebenso wie dieses für die unter Napoleon erbauten Straßen (Mont Cenis und Simplon) gilt, militärische Gesichtspunkte maßgebend. Die Stilfserjochstraße ist in ihrem ersten Teil ein Werk der Ingenieure Domigan und Dominici. Tausende Arbeiter waren drei Jahre lang unter den Genannten thätig. Vielfach hingen die Arbeiter während des Baues an Stricken oder schwebten auf kleinen Stellagen über den Abgründen. Die malerischsten Partien befinden sich bei Trafoi und Bormio. Die Straße führt am Monte Cristallo und an verschiedenen Gletschern vorüber. Von der Ferdinandshöhe oder dem Stilfserjoch, dem höchsten Punkt, fällt die Straße in einer sehr großen Zahl von Kehren abwärts. In dem Wormser Loch, einer wilden Schlucht, sind eine Reihe von Schutzgallerien erbaut.

Die Brennerstraße. Der Brennersattel liegt verhältnismäßig sehr niedrig (1370 m über dem Meere) und seine frühe Benutzung ist daher sehr erklärlich. Diese Alpenstraße wurde 1772 fahrbar gemacht, sie ist derart gebaut und geführt, daß sie das ganze Jahr hindurch benutzt werden kann. Die Straße erstreckt sich von Innsbruck bis Bozen, das im Mittelalter Hauptstapelplatz des Handels zwischen Venedig und dem Norden war. Bemerkenswerte Partien sind die sogenannte Sachsenklemme, eine Schlucht, in welcher 550 Sachsen aus Lefèbres Corps gefangen genommen wurden, und der Ausgang dieser Schlucht, die Brixener Klause, mit der Franzensfeste.

Die beiden ältesten, neuzeitlich ausgebauten Schweizerstraßen sind die Simplonstraße und die Straße über den Mont Cenis. Seit dem Jahre 1797 wandte der General Bonaparte dem Simplon seine ganz besondere Aufmerksamkeit zu. In einem Bericht an das Direktorium teilte er diesem mit, daß er einen berühmten Ingenieur an den Simplon gesandt habe, um zu erfahren, wie viel eine Straße über diesen Paß kosten würde, durch welche Straße das Rhônethal mit dem Thal des Ticino, einem Nebenfluß des Po, verbunden werden sollte. Am 7. September 1800 wurde das Werk als ein gemeinsames von Frankreich, Italien und dem Kanton Wallis beschlossen. Wallis beteiligte sich an diesem

Unternehmen durch Übernahme von Frondienſten. Die Koſten der 182 km langen Strecke vom Genfer See bis zum Lago maggiore wurden zu 12116000 Frcs. veranſchlagt. Die Arbeiten wurden nach ſechs Jahren vollendet Während fünf Sommern waren 5000 Arbeiter mit dem Bau beſchäftigt geweſen. Zwiſchen Brieg und Seſto Calende wurden 611 kleinere und größere Brücken ausgeführt. Bis zur Paßhöhe ſind ſechs Schutzhüten vorhanden, von der fünften bis zum Paß iſt die Straße zu gewiſſen Zeiten den Schneeſtürzen in hohem Maße ausgeſetzt. Auf dem Simplonpaß iſt wie auf dem St. Bernhard ein Hoſpiz errichtet, das jedoch nur von Hirten bewohnt iſt. Einige Schutzgallerien haben eine beträchtliche Länge. Die wildeſte Partie der Straße befindet ſich in der Schlucht von Gondo, die von der Doveria durchfloſſen wird. Der Weg konnte nur mittels eines 223 m langen Tunnels, der Gallerie von Gondo, weitergeführt werden. Die Straße wurde in einer Breite von 7,2—8,4 m hergeſtellt.

Die Simplonſtraße iſt die ſchönſte und koſtbarſte aller ſchweizeriſchen Alpenſtraßen und das Andenken an ihre Entwerfer, Diviſions-Inſpektor Ceard und Ingenieur Gianella, verdient erhalten zu bleiben.

Der Verkehr auf dieſer Straße war lange Zeit ein ſehr bedeutender. Im Jahre 1876 transportierte die Poſt noch 28190 Reiſende auf der Strecke von Sierre nach Arona.

Die Straße über den Mont Cenis, von Lanslebourg am Arc nach Suſa an der Dora Riparia, verdankt ebenfalls Napoleon I. ihre Entſtehung. Der Entwurf rührt von dem Ingenieur Dauſſe her. Die Straße, deren Länge ungefähr neun Stunden beträgt, hat einen Koſtenaufwand von faſt 5 Millionen Mark erfordert. Auf derſelben wurde im Jahre 1812 Papſt Pius VII. von Gendarmen nach dem ihm von Napoleon angewieſenen Orte (Fontainebleau) geleitet.

Die Mont Cenis-Straße gehört zu den älteſten Alpenwegen und ihre geographiſche Lage läßt es erklärlich erſcheinen, daß ſie mit zu den erſten Straßen gehörte, welche in unſerem Jahrhundert erbaut reſp. umgebaut wurden (1803—1810). An der Straße befinden ſich 23 Zufluchtshütten, da der Sturm nicht ſelten ſehr heftig iſt. Das Hoſpiz wurde von Louis le Débonnaire begründet und von Napoleon rekonſtruiert, jetzt dient es als Kaſerne.

Die Straße über den Großen St. Bernhard führt aus dem unteren Rhônethal nach Aosta an der Dora Baltea. Diese Straße ist namentlich durch das auf dem Berge errichtete Hospiz bekannt. Das Kloster auf der Bergspitze wurde bereits im Jahre 962 gegründet. Noch heute werden auf dem Berge, dessen Schneezeit fast neun Monate dauert, die bekannten und berühmten Hunde gezüchtet. Die Mönche gewähren jedem, ob arm, ob reich, Obdach. Wer es kann, legt eine Gabe in den Opferstock, doch werden hierdurch nicht die erforderlichen Unterhaltungskosten zusammengebracht. Das Hospiz liegt an einem kleinen schwarzen See. Derartige Seen finden sich fast an allen Paßstellen der Alpen. Die Straße ist nicht auf dem ganzen Wege fahrbar, so beginnt auf der italienischen Seite die Fahrstraße erst wieder bei St. Remy.

Die Gotthardtstraße. Während man mit Bestimmtheit weiß, daß diese Straße zur Zeit der Römer noch nicht vorhanden war, kann man den Zeitpunkt, zu welchem die Gotthardstraße überhaupt entstand, nicht genau angeben. Im Jahre 1294 dürften die ersten Kaufmannsgüter diesen Berg passiert haben. Im Anfange des 14. Jahrhunderts wird der Saumweg erwähnt und von der „stiebenden Brücke" gesprochen. Die alte Straße war cyklopenartig mit großen Granit- oder Gneisplatten belegt und hatte eine Breite zwischen 10 und 15 Fuß, sie lief dem Terrain gleich, d. h. bergauf und bergab, und schmiegte sich jeder Schlucht an. Die Überbrückungen, so insbesondere die beständig einem Sprühregen der Reuß ausgesetzte stiebende Brücke, waren aller Wahrscheinlichkeit nach sehr primitiver Art und die Straße nur schwer passierbar. Das Urnerloch wurde erst 1707—1708 gesprengt und zwar nur in einer Breite, daß ein Reiter passieren konnte. Diese Arbeit erfolgte unter Leitung eines Festungsarchitekten namens Morettini. Der Säumer und das Saumroß waren für den Verkehr über den Gotthard von maßgebender Bedeutung. Die Säumer waren im allgemeinen ungebildet und roh. Jeder Säumer führte 6—7 Pferde, deren jedes höchstens 3 Centner Last trug. Die älteste bekannte „Teiler- oder Saumordnung" stammt vom 7. Februar 1363.

Die Gotthardstraße wurde im Laufe der Jahrhunderte der Hauptverkehrsweg der Tessiner Landvogteien; sie spielte in dem Erwerbsleben der Einwohner dieser Distrikte eine ausschlaggebende Rolle und sie war einst für den Verkehr von Italien

nach Deutschland von großer Bedeutung. Im Jahre 1775 fuhr zuerst ein Engländer in einer Kutsche und in Begleitung von 78 Mann über den Gotthard, wobei jedoch das Fuhrwerk öfters auseinander genommen und getragen werden mußte. Die heute noch bestehende, aber verödete Straße wurde erst 1820—1830 erbaut.

Um einer gänzlichen Ablenkung des Verkehrs von ihrem Gebiete vorzubeugen, welche Gefahr durch die Straßenbauten über das Stilfserjoch, den Simplon und den Mont Cenis eine immer größere geworden war, schritten die inneren Kantone der Schweiz zur Ausführung der Gotthardstraße. Diese Straße erfreute sich ihrer Felsengewölbe und ihrer schwindelnden Brücken, wie nicht minder ihrer kühnen Sprengungen und ihrer künstlichen Linienführung wegen einst eines hohen Ruhmes. In dem Jahre ihrer Vollendung (1830) fand auf englischem Boden jenes weltbewegende Ereignis, die Eröffnung der Bahn von Liverpool nach Manchester, statt, das wenige Jahrzehnte später auch in der Schweiz Schienenwege entstehen ließ, die gleichsam mit magnetischer Kraft den Verkehr an sich zogen und den Alpenstraßen einen nicht geringen Teil ihrer Bedeutung entzogen. Der Gotthardpaß hatte einst die größte Frequenz unter allen schweizerischen Bergpässen. Mit Erbauung der Brennerbahn und der Bahn durch den Mont Cenis und insbesondere durch die St. Gotthardbahn sank der Verkehr fast auf Null herab.

Die erste Strecke der Straße, von Amsteg bis Göschenen, wurde von Cirillo Jauch nach den Plänen des tessinischen Staatsrates Meschini ausgeführt. An den späteren Arbeiten waren die Ingenieure Colombara aus Bellinzona und Müller aus Altdorf beteiligt.

Einzelne Punkte dieser Straße werden besonders oft genannt, so die Teufelsbrücke, die Schöllenen, das Urnerloch und das Val Tremola (Thal des Schreckens). Die Teufelsbrücke überbrückt die Reuß, deren in Gischt und Schaum aufgelöste Wassermassen hier beständig die Wände netzen. Zu jener Zeit, als die Gotthardstraße noch ein Saumweg war, wurde hier bereits eine Brücke von 75 Fuß Spannweite errichtet, die dann im Jahre 1830 durch eine neue von 55 Fuß Spannweite ersetzt wurde.

Auf eine alte, einst vorhanden gewesene Brücke spielt

Schiller im „Tell" an, indem er den Helden des Stücks zu dem fliehenden Parricida, dem Mörder des eigenen Oheims und Kaisers, sagen läßt:

Den Weg will ich Euch nennen, merket wohl!
Ihr steigt hinauf, dem Strom der Reuß entgegen,
Die wilden Laufes von dem Berge stürzt.
Am Abgrund geht der Weg und viele Kreuze
Bezeichnen ihn, errichtet zum Gedächtnis
Der Wanderer, die die Lawin' begraben.
Und seid Ihr glücklich durch die Schreckensstraße,
Sendet der Berg nicht seine Windeswehen
Auf Euch herab von dem beeisten Joch,
So kommt Ihr an die Brücke, welche stäubet,
Wenn sie nicht einbricht unter Eurer Schuld.
Wenn Ihr sie glücklich hinter Euch gelassen
So reißt ein schwarzes Felsenthor sich auf
Kein Tag hat's noch erhellt — da geht Ihr durch
Es führt Euch in ein heitres Thal der Freude —
So immer steigend kommt Ihr auf die Höhen
Des Gotthards, wo die ew'gen Seen sind,
Die von des Himmels Strömen selbst sich füllen.

Die Schöllenen sind eine etwa eine Stunde lange wilde Felsschlucht mit beiderseits hohen, fast senkrechten Felsen. Das Urnerloch bildet einen 64 m langen, 4 m hohen und 3 m breiten Felsendurchbruch. Derselbe wurde 1708 angelegt. Anfänglich war er nur für Pferde passierbar, jetzt ist er fahrbar. Unter dem Val Tremola versteht man ein ödes, den Lawinenstürzen sehr ausgesetztes Thal auf der Südseite des Gotthard.

Die Axenstraße. Seit mehreren Jahrzehnten zieht sich am Vierwaldstätter See eine Straße entlang, die gleichsam den Zufahrtsweg zur Gotthardstraße bildet und an der sich jahrein und jahraus Tausende von Reisenden erfreuen. Die Straße schreitet kühn an den schroffen Felsenhängen des Urner Sees hin, die sie an mehreren Stellen durchbricht. Die Axenstraße, die ihren Namen von dem Axenberge hat, verbindet Brunnen mit Altdorf, an ihrem Fuße liegt die sagenumwobene Tellsplatte mit der Tellskapelle.

Splügenstraße oder Splügnerstraße. Bei dem Bau dieser Straße waren auf der ungemein steil abfallenden italienischen Seite vom Splügenpaß bis nach Chiavenna ganz außerordentliche Terrainschwierigkeiten zu überwinden, so daß der Bau der Splügenstraße als ein denkwürdiges Ereignis in der Ingenieurtechnik bezeichnet werden muß. Die Straße

ist von der österreichischen Regierung in den Jahren 1819 bis 1821 angelegt worden, um nach Erbauung der Bernhardinerstraße, die von dem Dorfe Splügen über den Bernhardinerpaß nach Bellinzona im Jahre 1818 erbaut worden war, den Verkehr aus der Lombardei nicht zu verlieren. Die Splügenstraße nimmt ihren Ausgang bei Chur. Hinter Thusis überschreitet die Straße die Nolla, einen Nebenfluß des Rheines, der durch seine Verheerungen berüchtigt ist, und an welchem außerordentlich umfangreiche Verbauungsarbeiten zur Ausführung gekommen sind. Vom Jahre 1470 bis 1822 ging der Weg am Nolla aufwärts und erreichte bei Rongellen die Schlucht, die berühmte Via mala. Der Schluchtweg war $1\frac{1}{4}$ m breit und wurde erst im Jahre 1822 bedeutend verbreitert. Die Felsen steigen hier beiderseits etwa 500 m senkrecht an. In diese Felswand ist eine 70 Schritt lange Gallerie gesprengt, das verlorene Loch. Weiterhin geht die Straße durch die Rofna-Schlucht. Bei Splügen gabelt sich die Straße. Geradeaus beginnt die Bernhardinstraße, während die Splügenstraße den Rhein überschreitet. Durch eine Reihe von Gallerien und Tunnel gelangt man auf vielen Windungen zum Splügenpaß (2117 m).

Auf der italienischen Seite sind Schutzhäuser errichtet. Der Schnee reicht nicht selten im Winter bis zum ersten Stock des am höchstliegenden Hauses. Die neue Straße ist auf der italienischen Seite in einer außerordentlich großen Zahl von Kehren hinabgeführt; durch sehr lange Gallerien (von 227, 208 und sogar 500 m Länge) ist der Weg möglichst gegen Schneestürze (Lawinen) gesichert. Der frühere Saumweg ging durch die Schlucht Cardinell und in ihr wurden im Jahre 1800 von den Schneemassen ganze Kolonnen der von dem General Macdonald geführten französischen Truppen in den Abgrund gerissen.

Manche Ähnlichkeit mit den Alpenstraßen weisen die Straßen in Norwegen auf und zeigt auch die Straße, welche den Kaukasus, die Grenzscheide zwischen Europa und Asien, überschreitet. Auf diese letztere, die grusinische Heerstraße, soll zum Schluß mit einigen Worten eingegangen werden. Diese Straße hat eine Länge von 200 km und führt von Wladikawkas nach Tiflis. Sie verdankt ihre Entstehung den Fürsten Woronzow und Barjatinsky und wurde, nachdem ein Menschenleben hindurch an dem Werke gearbeitet worden war, im

Jahre 1863 vollendet. An wilder Schönheit überbietet die durchzogene Gegend manche Partien der Alpenstraßen. Nach

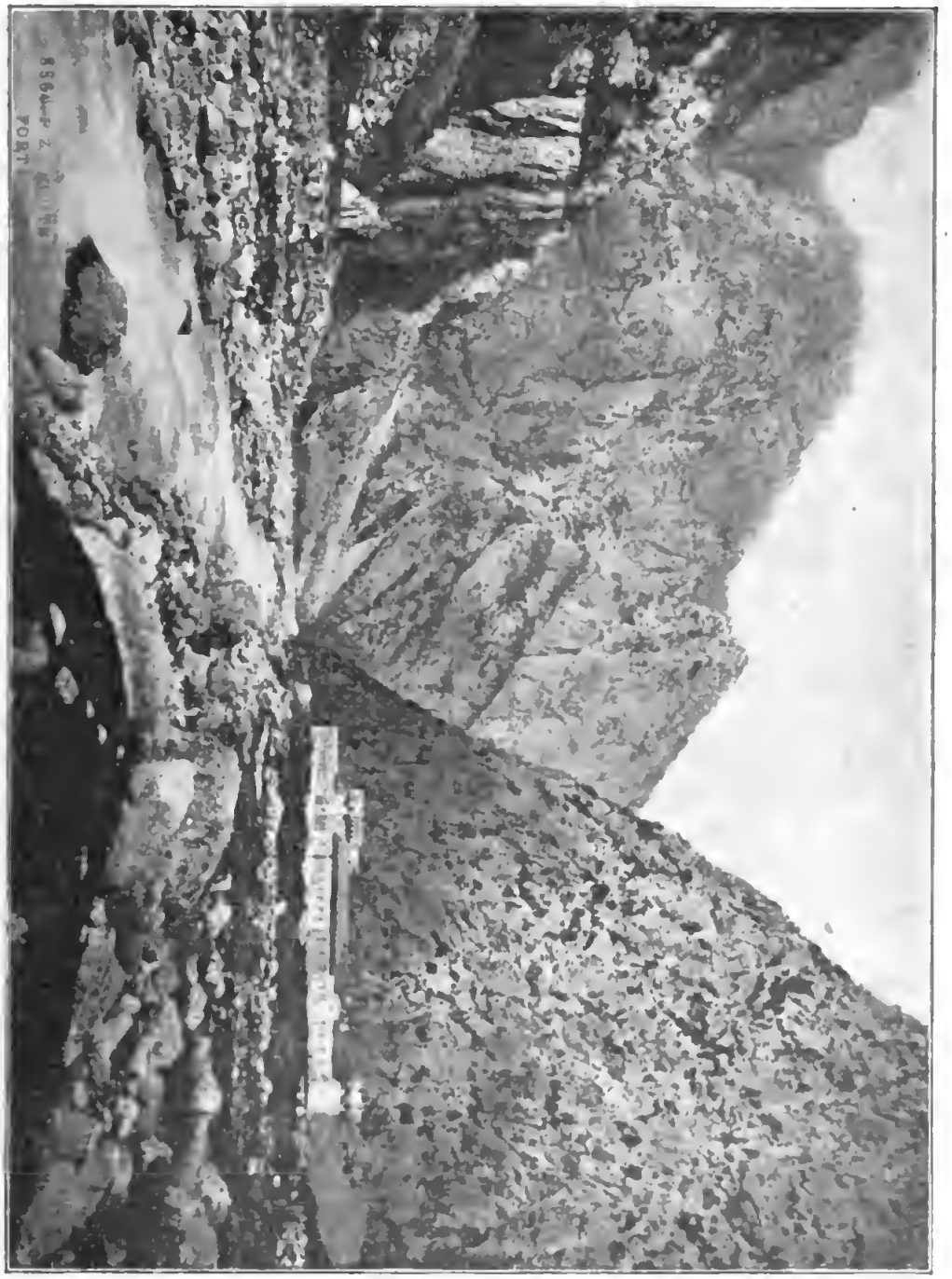

Abb. 5. Dariel-Schlucht (Grusinische Heerstraße).

Überschreitung des Terek tritt die Heerstraße in die Dariel-Schlucht ein (Abb. 5), die Portae Sarmaticae der Alten. Diese Schlucht bildet ein ziemlich langes Thal, an dessen Wänden die Berge

so steil bis zu einer Höhe von 1600 m ansteigen, daß man nur einen schmalen Streifen des Himmels erblicken kann. Der Weg hat nur eben Platz neben dem Strom. Weiter führt die Straße an zahlreichen Gletschern und an dem Kasbeck (5044 m über dem Meere) vorüber. Am Kasbeck, nach anderen allerdings am Elbrus, war nach der Mythe Prometheus angeschmiedet. In einer Höhe von 3600 m befinden sich hier noch Höhlen, die bis zum 19. Jahrhundert von Eremiten bewohnt waren. Die Straße steigt bis zu einer Höhe von 2788 m an. An dieser Stelle befindet sich ein Obelisk und ein angeblich von der Königin Tamará errichtetes Kreuz. Die genannte Königin regierte von 1184—1212 und die Zeit ihrer Regierung gehörte zu den glücklichsten, welche diese Gegenden jemals erlebt haben. Man kann sich daher nicht wundern, daß, ähnlich wie der Semiramis, jener guten Königin die Entstehung der größeren Bauwerke und Schöpfungen der Gegend zugeschrieben wird.

Die Paßstelle (2788 m) ist überragt von einer großen Zahl hoher Berge, besitzt doch der Kaukasus etwa 50 Gipfel, die höher als der Montblanc sind. Gegen die an verschiedenen Stellen drohenden Schneestürze sind, ähnlich wie an manchen Schweizerstraßen, Holzüberdeckungen angebracht, durch welche die Gefahren jedoch keineswegs vollständig beseitigt sind. An diesen gefährdeten Partien fahren die Postwagen mit unglaublicher Geschwindigkeit vorüber. Die Post legt den ganzen Weg in 26 Stunden zurück. Die interessanteste Strecke befindet sich oberhalb Gondavour, woselbst eine Höhendifferenz von 700 m in 60 kunstvollen Windungen, Kehren, überwunden wird.

Bei Tiflis mündet die grusinische Heerstraße in die Bahnlinie Baku-Batum, durch welche zwei Orte verbunden werden, die für die hochentwickelte Ölindustrie Rußlands von besonderer Bedeutung sind.

II. Kapitel.

Gebirgsbahnen.

Die Gebirgsbahnen gehören in der Regel zu den schwierigst zu schaffenden und infolge ihrer meist sehr zahlreichen Kunstbauten zu den kostspieligsten Bahnanlagen. Es ist daher erklärlich, daß man der Schaffung derartiger Bahnen erst näher trat, als das Eisenbahnwesen bereits eine weitergehende Ausbildung aufwies. Dabei muß besonders hervorgehoben werden, daß manche der Konstruktionen, die bei einer besonderen Art der Gebirgsbahnen, den Bergbahnen, eine hervorragende Rolle spielen, uns schon in der Kindheit der Eisenbahnen entgegentreten. Sie verdankten ihre Entstehung einer irrigen Anschauung, dem Glauben an das „Gespenst der zu geringen Reibung". Es dauerte lange, bis die Menschheit sich an den Gedanken zu gewöhnen vermochte, daß eine Maschine auf der glatten, durch eiserne Schienen gebildeten Bahn sich vorwärts bewegen sollte können und dabei außerdem vermöchte eine Anzahl beladener Güterwagen hinter sich herzuziehen. Dieser irrige Glaube ward besonders durch den unglücklichen Zufall gestärkt, daß die ersten Lokomotiven im Verhältnis zu den beladenen Güterwagen, welche sie ziehen sollten, ein zu geringes Eigengewicht besaßen. Es besteht nämlich zwischen dem Gewicht und der Zugkraft der Lokomotive ein ganz bestimmtes Verhältnis. Man suchte viele Jahre hindurch nach den verschiedensten Mitteln, um den eingebildeten Übelstand der zu geringen Reibung zu beseitigen. Diesen Bestrebungen entsprangen im Jahre 1811 die Zahnstange Blenkinsops (Abb. 6), 1812 die Kette von Chapmann und die Stützkrücken von Brunton. Bei der Zahnradlokomotive griff ein Zahnrad in eine seitlich an eine der Fahrschienen angegossene Zahnstange. Die Zahnstange ersetzten die Gebrüder Chapman durch eine Kette, die

an dem Ende des Gleises befestigt wurde und an welcher sich die Lokomotive durch Aufwicklung auf eine Trommel entlang

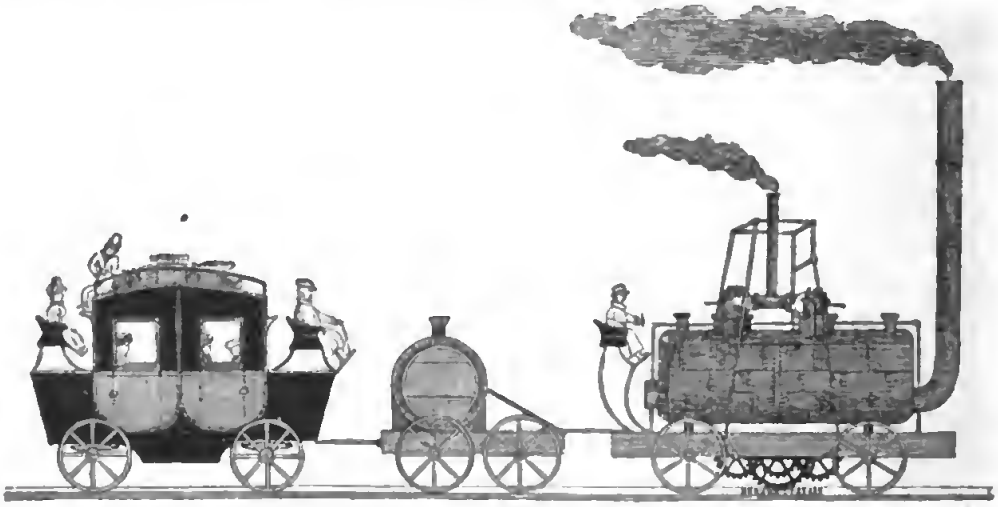

Abb. 6. Eisenbahnzug mit Blenkinsops Zahnstange.

zog. Die Stützkrücken sollten von der Maschine bewegt werden und dieselbe vorwärts schieben (Abb. 7). Da kam Blakett im

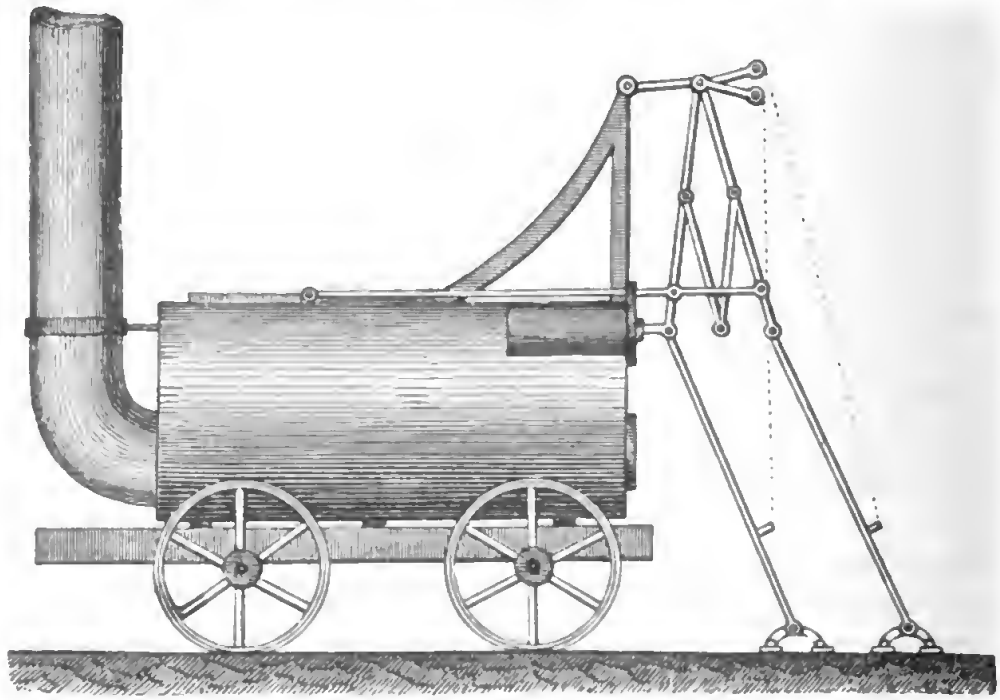

Abb. 7. Brunkons Stützkrücken.

Jahre 1812 auf den naheliegenden Gedanken, Versuche über die Reibung anzustellen und diese Versuche ergaben, daß die

Anhaftung (Adhäsion) der Lokomotivräder auf den Schienen hinreichend ist, um einen beladenen Zug fortzuschaffen, falls nur das Lokomotivengewicht schwer genug gewählt wird. Man nennt daher Eisenbahnen, bei welchen die Lokomotiven sich mit ihren Rädern ohne Einschaltung eines sonstigen Zwischengliedes auf den Schienen fortbewegen, „Adhäsionsbahnen". Es kann nach dem Gesagten nicht überraschen, daß sich die Menschen noch schwerer zu dem Gedanken durchzuringen vermochten, die Lokomotive könne sogar Berge hinaufklettern. Über das Maß dieser Kletterfähigkeit blieb man lange Zeit im Unklaren. Der auf einer steilen Strecke sich geltend machende Widerstand ist eine Folge der Schwerkraft. Die Lokomotive und die Wagen müssen zur Überwindung des Gefälles gleichsam gehoben werden. Hierauf ist es zurückzuführen, daß eine Lokomotive im Gebirge eine weit geringere Anzahl Wagen zu ziehen vermag als im Flachlande. Bei einer bestimmten Steigung vermag die Lokomotive nur noch sich allein emporzuarbeiten, bei noch größerem Gefälle ist auch dieses nicht mehr möglich. Es ergiebt sich hieraus, daß starke Steigungen für den Eisenbahnbetrieb sehr nachteilig sind und daher nach Möglichkeit vermieden werden müssen. Die Lokomotive ist an und für sich eine sogenannte tote Last, auf ihr selbst werden weder Passagiere noch Güter befördert.

Um die tote Last auf den nicht vermeidbaren Gefällstrecken zu verkleinern, kam man auf den Gedanken, schiefe Ebenen anzulegen, auf welchen die Züge ohne Lokomotive, mittels feststehender Maschinen hinaufgezogen resp. hinabgelassen wurden. Die Anzahl derartiger Anlagen war, namentlich in England, sehr groß; die bedeutendsten befanden sich auf der Strecke Glasgow—Edinburgh, bei Lüttich, Elberfeld und Aachen. Diese Anlagen erwiesen sich im Betriebe als sehr lästig und unbequem, mußten doch auf diesen Bahnstrecken die Züge geteilt und nach Überwindung der schiefen Ebene die Wagen wieder zu Zügen zusammengesetzt werden. Man kann sich daher nicht wundern, daß die unternehmenden Amerikaner bestrebt waren, so zeitraubende Betriebsanlagen durch bessere und billigere Mittel zu ersetzen. Die amerikanischen Ingenieure spannten auf den schiefenen Ebenen einfach ihre schweren Lokomotiven vor die Züge und siehe da, die Sache ging. Dieses Beispiel wirkte ansteckend. Um die Mitte dieses Jahrhunderts waren

die meisten dieser schiefen Ebenen verschwunden. Heute existiert in Deutschland nur noch eine einzige Anlage dieser Art und zwar auf der Strecke Düsseldorf—Elberfeld zwischen den Stationen Erkrath und Hochdahl.

Die Menschen gewannen den Mut, die Eisenbahnen immer weiter in gebirgige Gegenden vordringen zu lassen.

Die Ansichten darüber, wie weit man mit dem Steigungsverhältnis bei einer Adhäsionsbahn zweckmäßig gehen könne, gingen lange sehr auseinander. Stephenson, der Vater der Lokomotive und damit des Eisenbahnwesens, hielt an dem Grundsatz fest, daß für Adhäsionsbahnen eine Steigung von 16 oder 17 ‰ = 1:60 (Abb. 8) nicht überschritten werden sollte und er empfahl deshalb auch in seinem Gutachten über

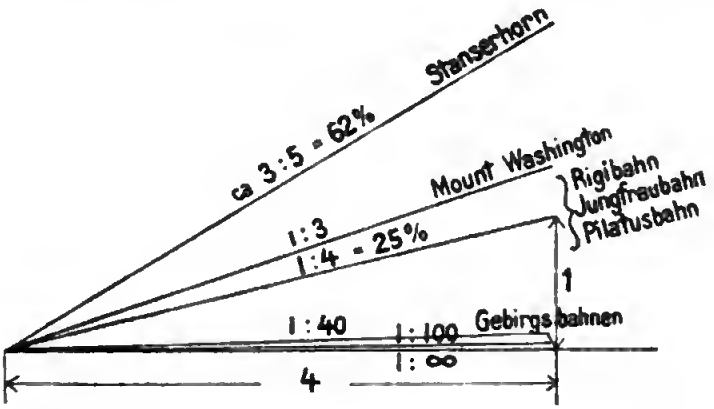

Abb. 8. Steigungsverhältnisse der Eisenbahnen.

die Herstellung der Gotthardbahn im Jahre 1850 die Anlegung von schiefen Ebenen mit Seilbetrieb. Die Zeit für die Gotthardbahn war jedoch noch nicht gekommen. In dem inzwischen verstrichenen Zeitraum ist über diese Frage durch theoretische Ermittelungen und praktische Versuche Klarheit geschaffen worden. Heute gelten die folgenden Grundsätze:

Die normale zulässige Steigung in der Ebene (Flachlandbahnen) beträgt 1:100. Hiermit ist natürlich in einem einigermaßen bewegten Terrain nicht auszukommen, da man aus den Tunneln überhaupt kaum mehr herauskommen würde. Man muß daher notgedrungen in diesem Falle eine größere Steigung anordnen. Für die Gebirgsbahnen mit bedeutendem Verkehr kommt als größte Steigung im allgemeinen eine solche von 1:40 in Betracht.

Läßt sich eine größere Steigung nicht vermeiden, dann wird es, von Ausnahmen abgesehen, nötig, von einer Adhäsionsbahn Abstand zu nehmen und ein anderes System (Zahnstangenbahnen, Seilbahnen 2c.) anzuwenden, wie solche im nächsten Abschnitt (Bergbahnen) näher vorgeführt werden.

Welche außerordentlich steile Rampen überhaupt mit gewöhnlichen Lokomotiven befahren werden können, zeigt die provisorische Bahn über die blauen Berge in Virginien mit einer Steigung von 1:18 und endlich gar die Ütlibergbahn bei Zürich mit 1:14. Diese Bahn wird jedoch nur von leichten Zügen mit geringer Geschwindigkeit befahren. Für Bahnen mit Gütertransport ist jedoch als Grenze etwa 1:40 anzusehen, steilere Strecken verursachen zu große Unkosten und verschiedene Bahnstrecken mit größeren Steigungen, wie die Giovipaßbahn (auf der Strecke von Turin nach Genua) und die Bahn über einen Ausläufer des Kaukasus (zwischen Baku und Batum) sind, nachdem man sich überzeugt hat, daß der Betrieb seiner Kosten und Unbequemlichkeiten wegen nicht durchführbar war, umgebaut worden.

Ehe auf die hervorragendsten europäischen Gebirgsbahnen eingegangen wird, möge mit wenigen Worten noch einiger der übrigen Vorkehrungen gedacht werden, die zur Überwindung großer Steigungen von Normalbahnen ersonnen worden sind.

1. Die Eisenbahnschleuse, d. h. eine Anlage zum vertikalen Heben der Wagen resp. Züge in der Art der Personenaufzüge. Diese Konstruktion ist für durchgehende Linien nicht zur Ausführung gekommen.

Eine größere Rolle spielten dagegen eine Zeit lang die

2. Atmosphärischen Bahnen.

Nach diesem System, welches heutzutage nur noch für Briefposten Verwendung findet, sind in England verschiedene Bahnen zur Ausführung gekommen. Die Betriebskosten waren jedoch größer als die Einnahmen und so verschwanden diese Bahnen wieder von der Bildfläche. Die Schwierigkeit beruht in dem sicheren luftdichten Abschluß der Röhren, in welchen sich der Kolben befindet, der durch den Luftdruck vorwärts bewegt wird und an dem der Zug befestigt ist. Ein Bild dieses Systems geben die Abbildungen 9 und 10.

Die größere Steigung der Gebirgsbahnen ist nicht der einzige Unterschied zwischen dieser Bahngattung und den Bahnen in der Ebene. Die letzteren zeigen einen ziemlich regelmäßigen

Abb. 9. Modell einer atmosphärischen Eisenbahn.

Grundriß, lange gerade, ziemlich horizontale Strecken, große Kurven (d. h. schwache Krümmungen), wogegen im Gebirge außer der stärkeren Steigung scharfe Kurven und große Umwege erforderlich werden, um überhaupt vorwärts zu kommen, da die Züge nur allmählich die stark ansteigenden Höhen

emporklettern können. Eine Gebirgsbahn gewährt daher ein mannigfaltigeres Bild als eine Flachlandbahn mit ihren regelmäßigen Formen und Linien.

Abb. 10. Modell einer atmosphärischen Eisenbahn.

Ein sehr interessantes Beispiel der Tracierung einer Gebirgsbahn bietet die sogenannte „strategische Bahn" im Schwarzwald. (Man versteht unter der „Trace" einer Eisenbahn ihre Führung durch das Gelände.) Diese Bahnstrecke, die 1891 fertiggestellt wurde, ist im Interesse der Landesverteidigung

erbaut worden, um eine direkte, auf deutschem Boden liegende Verbindungsbahn zwischen dem südlichen Elsaß und Baden zu erhalten. Besonders bemerkenswert ist die Strecke zwischen Weizen und Zollhaus. (Abb. 11.)

Wie das Dampfroß allen ihm in den Weg gelegten Hindernissen zum Trotz auf immer größere Höhen geklettert ist, zeigt die folgende Zusammenstellung. Der höchste Punkt der Gotthardbahn liegt 1152 m,

der Arlbergbahn	1276 m,
der Mont-Cenis-Bahn	1338 m,
der Brennerbahn	1367 m,
der Nördlichen Pacificbahn	1625 m,
der Central-Pacificbahn	2140 m,
der Union-Pacificbahn	2513 m,
der Peruanischen Centralbahn Callao—Oraya im Galera-tunnel	4769 m

über dem Meere.

Die letztere Höhe kommt fast derjenigen des Montblanc (4810 m) gleich.

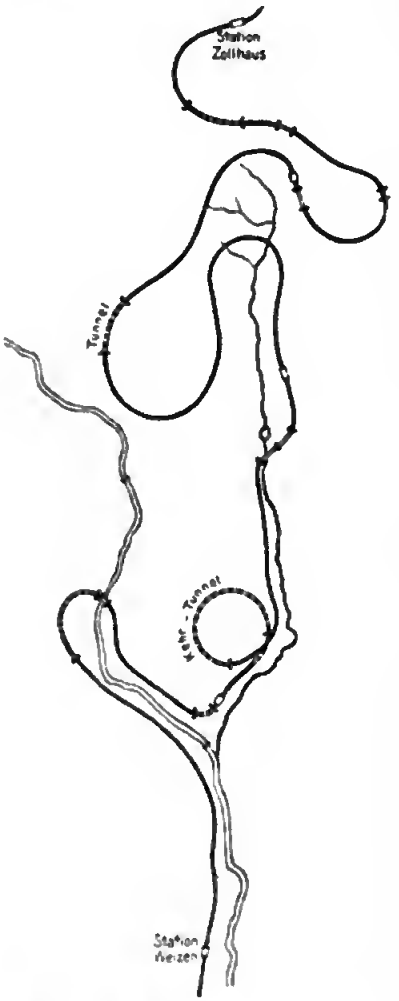

Abb. 11. Strecke Weizen—Zollhaus der strategischen Bahn im Schwarzwald.

Bei den Gebirgsbahnen galt es jedoch nicht allein die aus den ungünstigen Steigungs- und Terrainverhältnissen sich ergebenden Schwierigkeiten zu überwinden, sondern auch alle jene Stimmen mußten zum Schweigen gebracht werden, die einen regelrechten Betrieb infolge der klimatischen Verhältnisse (langer Winter, große Schneemassen, Glatteis auf den Schienen ꝛc.) für unmöglich oder doch für so teuer erklärten, daß derartige Anlagen sich nicht würden rentieren können.

In dem Jahrzehnt 1840—1850 drangen die Bahnen in Spanien, in der Schweiz, in Österreich und in Italien in die Gebirge. Zu den ersten hervorragenden Leistungen gehört die Semmeringbahn mit Steigungen von 1:40. Als Semmeringbahn bezeichnet man die Strecke zwischen den Bahnhöfen Gloggnitz und Mürzzuschlag der Eisenbahnlinie Wien—Triest.

(s. Lageplan Abb. 12.) Bis zur Herstellung und Eröffnung der Bahn am 17. Juli 1854 wurde diese Strecke mit

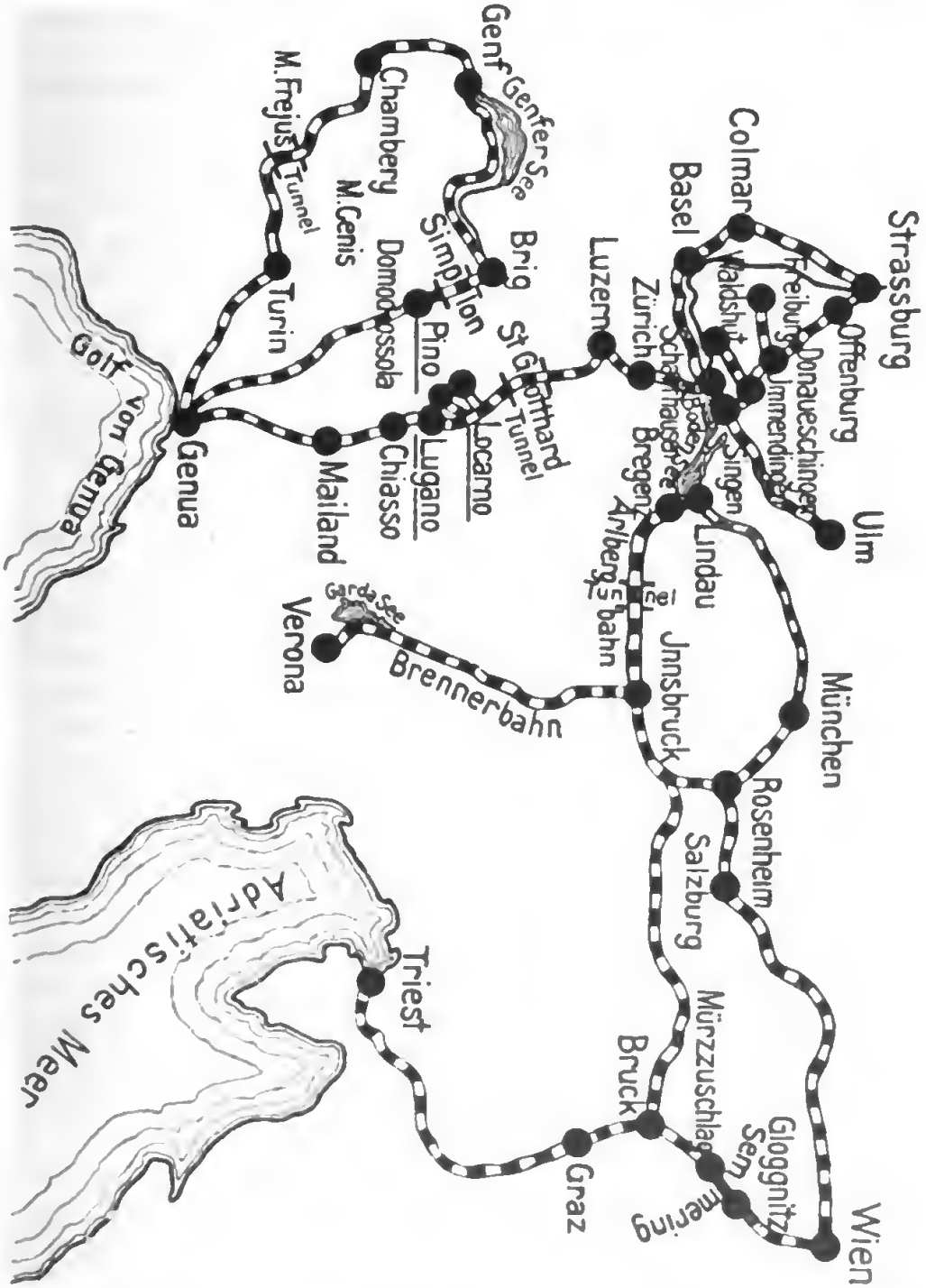

Abb. 12. Lageplan der Hauptgebirgsbahnen der Schweiz etc.

gewöhnlichem Fuhrwerk zurückgelegt. Die Semmeringbahn (Bauzeit 1848—1854) galt einst mit Recht für ein staunenswertes Wunder der modernen Ingenieurtechnik, war sie doch

die erste große Gebirgsbahn des europäischen Festlandes. Jetzt haben einzelne andere Bahnen zwar ihren Ruhm verdunkelt, immerhin wird dieses Werk stets in der Geschichte der Ingenieurtechnik an einen hervorragenden Punkt zu stellen sein.

Die österreichische Regierung zögerte lange, bis sie sich zu diesem Bau entschloß. Der Erbauer der Bahn, der Ingenieur Ghega, nahm amerikanische und englische Bahnen in Augenschein und er kam von dieser Reise mit der festen Überzeugung nach Hause, daß eine solche steile Strecke, wie es hier zu überwinden galt, noch mit Sicherheit und ökonomischen Vorteilen als Adhäsionsbahn befahren werden könne und diese Betriebsart den schiefen Ebenen oder anderen Vorrichtungen vorzuziehen sei. Der Erfolg gab Ghega vollständig Recht.

Bald nach der Eröffnung der Semmeringbahn (seit 1855) betrieben der italienische Ministerpräsident Cavour und Kaiser Napoleon eifrig den Plan einer Bahn durch den Mont Cenis, wobei es galt, den mächtigen Gebirgsstock zu durchbohren. Nachdem die Versuche mit dem Bohrsystem von Sommeiller (Maschinenbohren, s. hierüber S. 32) gute Resultate ergeben hatten, schritt man zur Ausführung, und am 31. August 1857 entzündete der König Viktor Emanuel die erste Mine. Der Tunnel (12,23 km lang) wurde in der Zeit von 1859—1871 (mit Unterbrechungen) erbaut und kostete insgesamt 75 Millionen Francs. Auf dieser Bahn kam zunächst für die provisorische Bahn über den Berg, solange der Tunnel noch nicht fertig war, eine Bahn nach dem System Fell zur Ausführung, mittels welcher Steigungen von 1 : 12,5 überwunden wurden. Seit Eröffnung des Mont Cenis-Tunnels ist dieser provisorische Betrieb eingestellt worden.

Das System Fell besteht darin, daß zwischen den Schienen, welche das Gleis bilden, noch eine etwas erhöhte Mittelschiene liegt. Gegen die letztere Schiene werden mit Hilfe von Preßapparaten horizontal liegende Triebräder gepreßt, um so die Reibung zu erhöhen.

Die drittälteste europäische Gebirgsbahn ist die Brennerbahn. Die Brennerbahn erstreckt sich in einer Länge von 228 km von Innsbruck über Bozen nach Verona und bildet die kürzeste Verbindung zwischen dem mittleren Deutschland und Italien. Der Bauleiter dieser in den Jahren 1864—1867 erbauten Bahn war der Ingenieur A. Thommen, der in dem Jodocusthal und dem Pflerschthal zum erstenmal Kehrtunnel anwandte.

Der Grund der Verwendung derartiger Tunnel ist folgender. Gewöhnlich besitzen die Thäler in den Gebirgen in ihrer meistens von einem Bache durchflossenen Sohle ein viel stärkeres Gefälle, als solches für die Eisenbahnen zulässig ist. Es wird daher mit dem Gleis bald ein Punkt erreicht, an welchem die

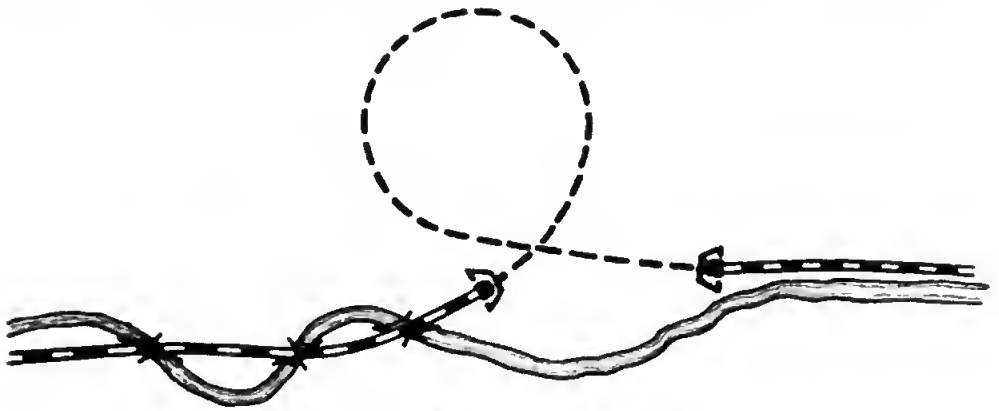

Abb. 13. Kehrtunnel, Grundriß.

Bahn in das Gebirgsmassiv eintreten, d. h. ein Tunnel gebohrt werden muß. In den meisten Fällen würde bei einer geraden Führung des Tunnels die Bahn erst wieder nach einer großen Länge auf der anderen Bergseite an das Tageslicht treten.

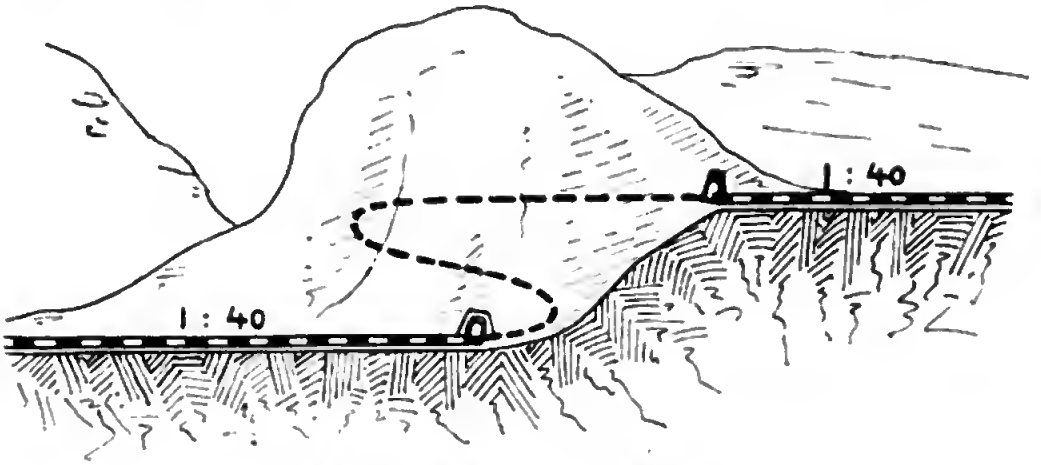

Abb. 14. Kehrtunnel, Aufriß.

Da durch solche lange Tunnel der Bahnbau außerordentlich kostspielig würde, so hat man verschiedene Mittel zur Abhilfe ersonnen, deren interessantestes der Kehrtunnel ist. Durch diesen wird, wie Abbildung 13 und 14 erkennen lassen, erreicht, daß durch die im Berginnern gewonnene Bahnlänge die Ersteigung

eines Höhenpunktes möglich ist, an welchem die Bahn wieder oberhalb des Bachlaufes am Bergabhange entlang geführt werden kann. Freiliegende Kehren, wie eine solche Abb. 15, s. Tafel I, zeigt, sind nur in besonderen Fällen anwendbar. Von den Spitzkehren (Abb. 16, s. Tafel II) macht man im allgemeinen nicht sehr gerne Gebrauch, da hierbei ein Umspannen der Lokomotiven erforderlich wird, wodurch der Betrieb Störungen erleidet.

Die Abbildungen 15 und 16 zeigen zwei Punkte der Darjeeling-Eisenbahn am Himalajagebirge in Indien. Diese Bahn, welche jedoch nur eine Schmalspur von 61 cm Weite besitzt (als Normalspur wird das Maß von 1,435 m bezeichnet), ersteigt eine Höhe von 2104 m bei einer Länge von 82 km und vermittelt den Verkehr zwischen Darjeeling (Sommerfrische) und Siliguri.

Nach Sachlage wird, wenn die Bahn ziemlich tief am Gebirge bereits in dieses eintritt, der Tunnel, durch welches dasselbe durchbrochen werden soll, eine sehr große Länge erhalten, dafür wird an Hebungskosten für die Züge bedeutend gespart. Steigt man mit der Bahn sehr hoch, so wird der Tunnel zwar kürzer und die Herstellungskosten werden geringer, dafür steigern sich aber um so mehr die Hebungskosten (Zugkosten). Um die beste Lage ausfindig zu machen hat man also zwischen diesen verschiedenen Momenten so lange hin und her zu pendeln und zu versuchen, bis man einen richtigen Ausgleich gefunden hat. Diese Ermittelungen bedingen sehr zeitraubende und mühevolle Studien und Vorarbeiten. Im allgemeinen kann man sagen, daß eine nicht zu hohe Lage der Alpentunnel als die vorteilhaftere anzusehen ist.

Die vierte große europäische Gebirgsbahn, die Gotthardbahn, muß den bisher genannten Gebirgsbahnen nach verschiedenen Richtungen hin als überlegen bezeichnet werden. Bei Anlage der Gotthardbahn konnten die bei ihren Vorgängerinnen gesammelten Erfahrungen und gewonnenen technischen Errungenschaften verwertet werden. Während die Semmering- und Brennerbahn als die Vorläufer der Schwarzwaldbahn betrachtet werden können, lehnen sich an die Schleifenbildungen der letzteren die Tunnelschlingen (Kehrtunnel) der Gotthardbahn an.

Zu der Herstellung der Gotthardbahn, die bei ihrer Inbetriebnahme am 1. Juni 1882 insgesamt 240 km Bahnlänge

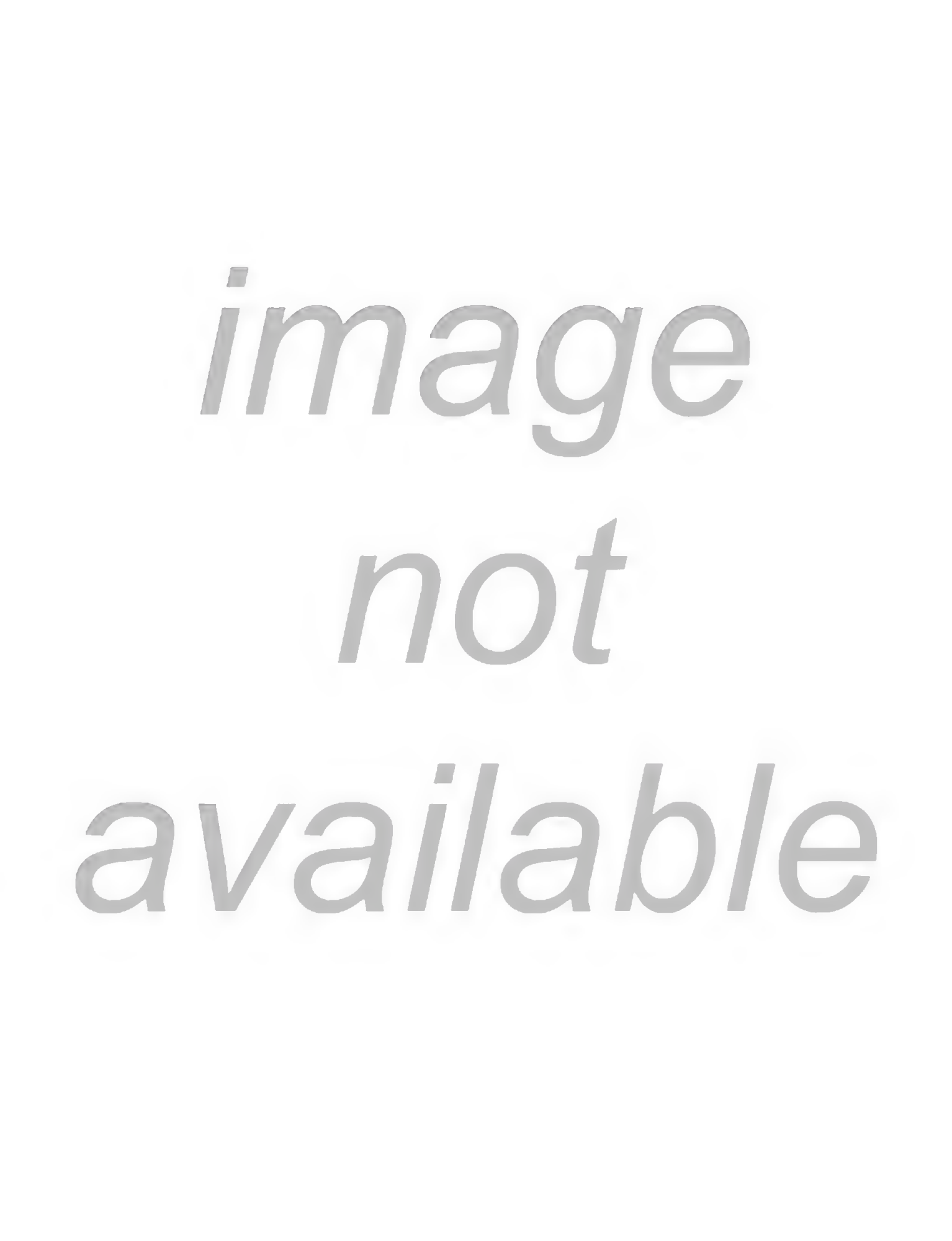
image
not
available

umfaßte, gaben ähnliche Ursachen, wie sie bei der Schaffung der Gotthardstraße maßgebend gewesen sind, den Anstoß.

Die Inbetriebsetzung der Mont Cenis- und der Brennerbahn spornte die Bewohner der Schweiz an, sich nicht ganz von dem großen internationalen Verkehr abdrängen zu lassen, sondern durch das eigene Land eine Transitbahn zu führen, hatte doch durch die in der Zwischenzeit (1869) erfolgte Eröffnung des Suezkanals der Durchgangsverkehr von dem Süden nach dem Norden sehr an Bedeutung gewonnen. Für die Durchführung der Bahn kamen in Frage der Lukmanier, Splügen, Septimer, Simplon und der St. Gotthard. Am längsten blieben in dem heftigen Kampfe, der um die Trace der Bahn geführt wurde, der Lukmanier und der St. Gotthard auf dem Plan. Dieser Kampf währte etwa ein Vierteljahrhundert lang. Das Projekt der Durchbohrung des St. Gotthard trug endlich den Sieg davon.

Der Ingenieur Koller hatte als erster den Gotthard in Vorschlag gebracht, erst im Jahr 1869 nahm jedoch das Projekt festere Gestalt an. Aber auch dann kostete es noch außerordentliche Kämpfe, die nicht nur technischer Natur waren, bis im Mai 1882 das gesamte Bahnnetz feierlich eingeweiht werden konnte.

Die bei dieser Gebirgsbahn zu überwindenden Schwierigkeiten waren sehr mannigfaltiger Art, und wurden besonders verursacht durch Moränen, Erdlawinen, Steinfälle, Schneelawinen und zu starkes Gefälle der Flüsse.

Dieser letztere Umstand zwang dazu, wiederholt die Zuflucht zu Kehrtunneln zu nehmen, die in diesem Falle zum erstenmal als Tunnelschlingen ausgebildet wurden. An der Gotthardbahn kommen fünf solcher Kehrtunnel vor, einer bei Wasen (Pfaffensprungtunnel), zwei bei Prato (Faido und Dazio Grande), zwei in der Biaschinaschlucht.

Als das Hauptobjekt der Bahn gilt mit Recht der große Tunnel. Der Gotthardtunnel war einst die bedeutendste Schöpfung dieser Art. In unserer schnelllebenden Zeit vermag jedoch ein Werk nicht wie im Altertum einen solchen hervorragenden Platz lange zu behaupten. Bereits ist seitdem der Arlbergtunnel vollendet worden und der Simplontunnel in der Entstehung begriffen. Nicht allein die größere Länge eines solchen Objekts, sondern auch die Größe der dabei zu überwindenden Schwierigkeiten und die zu seiner Entstehung erforderlich ge-

weſene Zeit geben den Ausſchlag für die Rangſtellung. Der Tunnelbau gehört zu den intereſſanteſten Bethätigungen der Ingenieurtechnik und verdient für ſich betrachtet zu werden. An dieſer Stelle kann nicht auf die verſchiedenen bei der Ausführung zur Anwendung kommenden Methoden ꝛc. eingegangen werden, vielmehr ſollen nur einige allgemeine Verhältniſſe des Tunnelbaues berührt werden.

Während man in früheren Zeiten nur eine Herſtellung der Tunnel mittels Handarbeit und erſt ſeit einem verhältnismäßig ſpäten Zeitpunkte eine ſolche unter Benutzung von Sprengmitteln kannte, ſteht in der Neuzeit das Maſchinenbohren im Vordergrund. In früherer Zeit mußten die zur Aufnahme der Sprengmittel dienenden Bohrlöcher mit der Hand gebohrt werden, d. h. ein Arbeiter hielt und drehte den Bohrer (eine mit ſtählerner Spitze verſehenen Eiſenſtange), während ein anderer auf deſſen Kopf ſchlug, wodurch allmählich ein Bohrloch in dem Geſtein entſtand. Dieſe Arbeit führen heute bei allen größeren Tunnelbauten, vorausgeſetzt, daß die Tunnel durch Geſtein zu treiben ſind, die Bohrmaſchinen aus. Seitdem bei dem Mont Cenis die Bohrmaſchine (von Sommeiller) Verwendung gefunden hat, iſt dieſe ſehr vervollkommt und leiſtungsfähiger geſtaltet worden. Man benutzt zu ihrer Bewegung heute Waſſer, Luft und Elektrizität. In der Hauptſache beſteht eine ſolche Maſchine aus einem oder aus einer Anzahl Bohrer, die mit großer Geſchwindigkeit vor- und rückwärts bewegt (Stoß- oder Perkuſſionsbohrmaſchinen) oder mit großer Kraft auf das Geſtein gedrückt werden (Druckbohrmaſchinen, Brandt). Durch dieſe Maſchinen iſt die Möglichkeit gegeben, zu gleicher Zeit eine größere Zahl Bohrlöcher herſtellen und ſomit ein größeres Geſteinsquantum entfernen zu können, da jedes Bohrloch die Einbringung einer gewiſſen Menge Sprengſtoff geſtattet und und jedes geladene und zur Exploſion gebrachte Bohrloch ein beſtimmtes Quantum Geſtein löſt. Wie man hieraus erkennt, hängt alſo der Arbeitsfortſchritt im Tunnel in erſter Linie von der Leiſtungsfähigkeit der Bohrmaſchinen ab. Der bei den neueren Tunnelbauten erzielte immer größere tägliche Arbeitsfortſchritt läßt deutlich erkennen, welche Fortſchritte in der Herſtellung der Bohrmaſchinen gemacht ſind. Der monatliche Fortſchritt betrug bei dem Gotthardtunnel 111 m im Maximum,

Arlbergtunnel 166 m = =

Am Simplon ist bereits eine Monatsleistung von 150 m erreicht worden. Letzteres ist ein hohes Maß, da dieser Bau sich erst im Entwicklungsstadium befindet und erfahrungsgemäß sich die Leistung im weiteren Verlauf nicht unerheblich steigert.

Das Verdienst, zur Vervollkommnung der Bohrmaschinen beigetragen zu haben, gebührt neben Sommeiller besonders Ferroux, Francois, Fröhlich, Ingersoll und dem vor kurzem (1899) gestorbenen Hamburger Ingenieur Alfred Brandt. Für die Ausbildung der elektrischen Bohrmaschinen ist in Deutschland besonders die Firma Siemens & Halske und die Union-Gesellschaft in Berlin thätig. Während im Gotthardtunnel die Bohrmaschinen von Ferroux (durch komprimierte Luft getrieben) thätig waren, entfalteten in einzelnen der kleineren Tunnel der Gotthardbahn die Brandt'schen Bohrmaschinen bereits eine emsige Thätigkeit. Der Sonnsteintunnel, der Arlbergtunnel, sowie der Surinamtunnel im Kaukasus trugen besonders zum Ruhm der Brandtschen Bohrmaschinen bei, mit deren Hilfe heute der Simplontunnel geschaffen werden soll. Die Brandtsche Bohrmaschine wird durch Preßwasser getrieben (80—120 Atm.), der Bohrer preßt sich oder beißt sich in das Gestein ein; er zermalmt gleichsam dasselbe.

Während die Herstellung des Mont Cenis-Tunnels, da hier bereits Bohrmaschinen zur Verfügung standen, nur neun Arbeitsjahre beanspruchte, würden hierzu bei Handarbeit 36 Jahre erforderlich gewesen sein. Heute wäre es möglich, diesen Tunnel in $3^1/_3$ Jahren zu vollenden.

Der Fortschritt der Ingenieurtechnik in der Schaffung dieser großen Bauobjekte giebt sich auch dadurch kund, daß man heute mit unfehlbarer Sicherheit mit den Stollen zusammentrifft. Es ist erklärlicherweise keine leichte Aufgabe, in dem gebirgigen Terrain, in welchem die großen Tunnel naturgemäß liegen, die Richtung der Tunneltrace und die Höhe der Tunnelsohle genau festzulegen. Diese Anlagen werden, um Zeit und damit Bauzinsen (die bei den hohen Anlagekosten sehr bedeutend sind) zu ersparen, stets von beiden Enden her begonnen. Im Berginnern müssen die beiderseitigen Stollen zusammentreffen.

Die Abweichungen der beiderseitigen Stollenaxen betragen jetzt nur wenige Centimeter.

Arlbergbahn (s. Lageplan Abb. 4). Zu diesem Unternehmen ist Österreich geschritten, um das Reich zum Durchgangsland für den Welthandel zu machen. Die Bahn stellt außerdem den Anschluß der Provinz Vorarlberg (Bodensee) mit dem Reiche her und sie dient somit neben dem Handel strategischen und staatspolitischen Interessen.

Der Bau wurde 1880—1884 ausgeführt und zwar unter Leitung der Ingenieure Loti, † 1883, und Poschacher. Die Bahn bietet prächtige Landschaftsbilder. Zu den Glanzpartien gehört die Trisannabrücke, die in einer Höhe von 86 m und mit einer Länge von 255 m die Bahn über die Trisanna führt. Bei Bratz beginnt auf der Ostseite die Steigung und folgen sich hier Tunnel auf Tunnel. Bedeutende Viadukte kamen am Schmiedtobel und Höllentobel (die Wäldlitobelbrücke hat 63 m Spannweite) zur Ausführung. Sehr zahlreich sind die Lawinengallerien. Hinter Langen beginnt der große Tunnel, der im Jahre 1880 begonnen wurde und dessen Durchschlag 1883 erfolgte. Seine Länge ist 10 240 m.

Die Rauchbelästigung war in dem fertigen Tunnel eine Zeit lang sehr stark; im Jahre 1890 wurden zahlreiche der im Tunnel bei den Unterhaltungsarbeiten beschäftigten Arbeiter von den Gasen bewußtlos. Wahrscheinlich wird man einst auf der Tunnelstrecke zum elektrischen Betrieb übergehen, zur Zeit erfolgt die Lokomotivfeuerung mit Petroleumrückständen, wobei die Rauchbelästigung geringer ist.

Der Betrieb der Arlbergbahn hat in einem besonders hohem Maße, infolge der ungewöhnlich schwierigen Geländeverhältnisse und der ungünstigen klimatischen Einflüsse, mit Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt und die Erfahrung hat dazu gezwungen, mancherlei Ergänzungsbauten auszuführen, deren Herstellung dadurch besonders schwierig war, daß sie während des Betriebes zu bewerkstelligen war. Eine Zeit lang hatte es den Anschein, als ob jene Recht erhalten sollten, die behaupteten, daß der Betrieb auf derartigen Gebirgsbahnen nicht durchführbar sei, aber die Verwaltung der Arlbergbahn hat den Kampf mit der Natur kühn aufgenommen und dürfte als Sieger aus demselben hervorgehen.

Neben den Vorkehrungen gegen Lawinen und Schneerutschen, Fels- und Bergstürzen mußten umfangreiche Entwässerungen quellenführender Berglehnen durch Sickerkanäle ꝛc. ausgeführt werden.

Die Arlbergbahn ist in noch höherem Maße wie die Gotthardbahn Lawinen ausgesetzt und sie mußte hiergegen natürlich nach Möglichkeit gesichert werden. Das Studium, in welcher Weise solches zu geschehen habe, hat dazu geführt, über die Lawinen interessante Beobachtungen anzustellen. Man unterscheidet:

Grund- oder Massenlawinen,
Staublawinen,
lockere Grundlawinen oder Oberlawinen und Schneerutschen.

Die Staublawinen werden durch lose Schneemassen gebildet, die infolge ihrer Lockerheit oder durch heftige Windströmungen zu Thal fliegen. Solche Staublawinen treten an der Gotthardbahn besonders bei Wasen auf. Bei einem Lawinensturz im Jahre 1888, bei dem der feine gefrorene Schnee in eine Wolke zerstäubt wurde, herrschte acht Minuten lang fast vollständige Dunkelheit. Bei der Arlbergbahn kamen wiederholt Lawinenstürze vor, durch welche die Bahn auf einer Länge von 180 bis fast 300 m mit einer 6—12 m hohen Schneemasse überdeckt wurde. Während man früher und so auch bei den Gebirgsstraßen durch sehr kostspielige Anlagen verschiedener Art, wie Gallerien, Mauern, Leitwerke 2c., die Lawinen unschädlich zu machen suchte, ist man in den letzten Jahren immer mehr dazu übergegangen, Abbaue der Lawinen im Anbruchgebiete herzustellen. Diese Vorrichtungen beruhen darauf, die Reibung zwischen Schnee und Unterlage zu vergrößern, wodurch ein Abtrennen oder Abrollen des Schnees verhindert wird. Das beste Mittel besteht in einem dichten geradstämmigen Wald von nicht zu hohem Alter. Diese Anpflanzungen werden im ersten Jahre durch Verpfählungen geschützt. Im Winter sind besondere Schneewächter eingestellt, welche die Schneeabgänge von den Berglehnen überwachen.

Auch Felsstürze gehören bei den Gebirgsbahnen nicht zu den Seltenheiten und haben sich wiederholt sowohl an der Gotthardbahn wie an der Arlbergbahn ereignet. An der Arlbergbahn fand 1892 ein Bergsturz statt, bei dem 400 000 cbm Schutt niedergingen, darunter Steine bis zu 30 cbm Inhalt. Die Bahn war bis 6 m hoch mit Geröll bedeckt. Zunächst schritt man zu einer provisorischen Verlegung, später wurde an dieser Stelle ein Tunnel von 446 m Länge hergestellt.

Jura-Simplonbahn. Die Simplonbahn schafft eine neue Verbindung zwischen der Schweiz und Italien und ihre Erbauung kann als ein Beweis dafür angesehen werden, in welch' mächtiger Weise sich der Verkehr vergrößert hat, um neben dem Gotthardbahn-Unternehmen schon nach nicht zwei Jahrzehnten eine neue Alpenbahn entstehen zu lassen. Die Simplonbahn wird durch ihr Hauptobjekt, den großen, fast 20 km langen Tunnel, bald die Gotthardbahn in den Hintergrund drängen, wird doch dieser Tunnel zunächst der großartigste der Welt überhaupt sein.

Es stellt sich die Länge

des Gotthardtunnels	auf	14 984	m,
= Mont Cenistunnels	=	12 849	=
= Arlbergtunnels	=	10 240	=
= Simplontunnels	=	19 731	=

Der Bau erfolgt durch die Hamburger Firma Brandt, Brandau & Co. nach der von Brandt ersonnenen Methode. Die Bauzeit ist auf etwa $5\frac{1}{2}$ Jahre veranschlagt. Es sollen zwei eingleisige Tunnel nebeneinander hergestellt werden.

Der Gesamtpreis der Übernahme beträgt 55 600 000 Mk. Welche außerordentliche Vorkehrungen (für Ventilation, den Bohrbetrieb und Steintransport ꝛc.) ein solches Unternehmen erfordert, dürfte am besten daraus hervorgehen, daß für die Einrichtung der Werkplätze allein 5 600 000 Mk. veranschlagt waren. Wie bereits bei dem Gotthardtunnel und dem Arlbergtunnel, so sind auch an den beiden Mundstellen des Simplontunnels ausgedehnte und mächtige Maschinenanlagen zur Ausführung gekommen, in denen 4400 Pferdestärken durch Turbinen gewonnen und für Beleuchtung, Lüftung, Bohrbetrieb und für die anderen sonst erforderlichen Arbeiten nutzbar gemacht worden sind. Während jetzt die durch die Wasserläufe gewonnene Kraft der Schaffung des Tunnels dienstbar gemacht ist, wird man wahrscheinlich diese Kräfte später ausnutzen, um in dem Simplontunnel den elektrischen Betrieb durchzuführen.

Bei dem elektrischen Betrieb ergeben sich für einen Tunnel nicht die Schwierigkeiten für eine gute Lüftung, außerdem erhält sich der eiserne Oberbau wegen Fortfalls der durch die Lokomotivgase erzeugten schwefligen Säure länger. Im Arlbergtunnel hat der Oberbau nur eine Dauer von 10 Jahren gehabt.

Die größten Schwierigkeiten des Simplontunnels liegen in der zu erwartenden hohen Temperatur im Berginnern, die man rechnungsgemäß auf 40° Celsius taxiert. Da in den von Brandt in Spanien wiederum dem Betriebe erschlossenen alten römischen Minen noch viel höhere Temperaturen herrschten, so hat man noch nicht die Hoffnung aufgegeben, daß dieses gewaltige Unternehmen zu einem glücklichen Ende geführt werden wird. Die Ventilation spielt hierbei eine große Rolle. Aus Rücksichten auf eine genügende Lüftung werden zwei Stollen vorgetrieben. Der eine Stollen wird sofort ausgebaut, während der Ausbau des anderen erst später bei entwickelten Verkehrsverhältnissen erfolgen soll.

Die Stollen werden parallel zueinander in einer Entfernung von 17 m vorgetrieben und durch schräge, absperrbare Querstollen in Längsabständen von 200 m miteinander verbunden. Die Luft dringt in dem einen Stollen ein und zwar bis zu dem jeweilig letzten Querstollen und gelangt dann durch diesen in dem anderen Stollen ins Freie zurück. Sobald ein neuer Querstollen hergestellt ist, wird der vorhergehende geschlossen.

Die nachstehende Zusammenstellung giebt ein übersichtliches Bild der Hauptverhältnisse dreier bedeutender Tunnelunternehmungen:

	Mont Cenis	Gotthard	Simplon
Gesteinstemperatur	29,5°	30,8°	40°
Baukosten	60 Mill. Mk.	52,8 Mill. Mk.	52,0 Mill. Mk.
per km	4,8 = =	3,2 = =	2,4 = =
Fortschritt per Jahr	1 km	2 km	4 km
Länge	12 =	15 =	20 =

III. Kapitel.

Bergbahnen.

Wie in dem vorangegangenen Abschnitt bereits ausgeführt wurde, ist eine Adhäsionsbahn bei Überschreitung eines bestimmten Steigungsverhältnisses nicht mehr anwendbar, indem die Reibung zwischen Rad und Schiene nicht genügt, um den Zug weiterkommen zu lassen. Man muß also in diesem Falle zu besonderen Vorrichtungen, wie schiefe Ebene, Seilbahn, Zahnstange ꝛc. seine Zuflucht nehmen.

Von diesen Mitteln haben zwei, das Seil und die Zahnstange, eine besondere Bedeutung bei der Anlegung von Bergbahnen erlangt. Der Ausdruck Bergbahnen ist entstanden, da die Mehrzahl dieser Bahnen und die bedeutensten derselben auf Berge, die als Aussichtspunkte beliebt sind, führen. Es muß jedoch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß sich die Anwendung des Seils und namentlich der Zahnstange keineswegs auf Touristenbahnen beschränkt, daß vielmehr in den verschiedensten Gegenden der Erde Zahnstangenbahnen in Verbindung mit Reibungsstrecken entstanden sind. Auf diese Bahnen soll im nachstehenden jedoch nicht näher eingegangen werden.

Je nach dem angewandten Betriebssystem unterscheidet man somit

Seilbahnen und Zahnstangenbahnen.

Unter Seilbahnen versteht man eine Bahn, bei welcher die Wagen wie bei jeder Eisenbahn mit ihren Rädern auf zwei Schienen laufen, der Zug aber an einem Seil befestigt ist und an diesem den Berg hinaufgezogen resp. hinabgelassen wird.

Bei den Zahnstangenbahnen ist die Lokomotive mit einem Zahnrad ausgestattet, welches in eine in der Mitte des Gleises liegende Zahnstange eingreift.

Mittels der Seilbahnen sind bereits Steigungen bis zu 1 : 1,6 überwunden worden (Stanserhornbahn und Grütschalpbahn bei Lauterbrunnen). Die Zahnstangen-, auch Zahnradbahnen genannt, besitzen dagegen im allgemeinen nur eine Steigung von 1 : 4.

Über dieses Maß ist man nur in wenigen Fällen hinausgegangen, wie z. B. bei der Bahn auf den Mount Washington und bei der Bahn auf den Petersberg im Siebengebirge. Bei einer stärkeren Steigung liegt nämlich die Gefahr vor, daß bei der Thalfahrt, namentlich beim raschen starken Bremsen, das Zahnrad nicht sicher in die Stange eingreift und somit eine Entgleisung eintreten kann. Um steilere Strecken (selbst bis 1 : 2) mittels Zahnradlokomotiven befahren zu können, hat man eine Zahnstange mit liegenden Zähnen ersonnen, in welche horizontal angeordnete Zahnräder eingreifen (System Locher). Die Anwendung dieses Systems ist bisher auf einzelne Fälle beschränkt geblieben.

Die Seilbahnen sind sonach den Zahnradbahnen hinsichtlich des zulässigen Gefälles überlegen und können noch dann zur Anwendung kommen, wenn eine Verwendung von Zahnstangen praktisch bereits unmöglich ist. Die Zahnradbahnen weisen dagegen mancherlei andere Vorteile, wie z. B. eine größere Leistungsfähigkeit auf, die ihre große Verbreitung erklärlich erscheinen lassen.

Über beide Gattungen von Bahnen mögen zunächst einige geschichtliche Mitteilungen folgen.

Seilbahnen waren bereits vor Einführung des Lokomotivbetriebes zum Gütertransport in Benutzung. In dem Kapitel Gebirgsbahnen ist näher ausgeführt worden, wie man von den Seilbahnen in Form der schiefen Ebene in dem Eisenbahnbetrieb auf steilen Strecken Anwendung machte.

Die erste eigentliche Seilbahn zum Personentransport dürfte in Lyon im Jahre 1862 zur Ausführung gekommen sein. Man befestigte hier an die beiden Enden eines über Führungsrollen laufenden Drahtseiles, das an dem hochgelegenen Punkte um eine Scheibe geführt wurde, je einen Wagen. Man erreichte hierdurch den, allerdings bereits bei den schiefen Ebenen der Normalbahnen benutzten Vorteil, daß das Gewicht des niedergehenden Wagens zum Hochziehen des aufwärts fahrenden ausgenutzt werden konnte. Um das notwendige Übergewicht zu

schaffen, wandte man Wasserballast an, d. h. ein Behälter in dem niedergehenden Wagen wurde mit Wasser gefüllt, während der des aufwärtsfahrenden Wagens entleert wurde.

In ähnlicher Weise wurde die erste schweizerische Seilbahn, die Gießbachbahn, angelegt.

So vorteilhaft diese Betriebsweise erscheint, so haften ihr doch mancherlei Nachteile an Es steht z. B. nicht immer auf den Höhen Wasser zur Verfügung, so daß dasselbe hoch gepumpt werden muß, was unter Umständen mit großen Kosten verknüpft ist. Auch wird durch den gefüllten Wasserkasten das Wagengewicht sehr erheblich vergrößert, so daß der Oberbau (Schienen) und der Unterbau, wie namentlich die Brücken ꝛc. bedeutend stärker hergestellt, auch stärkere Seile verwendet werden müssen, wodurch die Anlagekosten sich vergrößern. Man ist daher dazu übergegangen Winden auf den Berghöhen aufzustellen und auf diesen das Seil auf- und abzuwickeln. Diese Winden werden durch Dampf- oder Gasmotoren, und in neuester Zeit durch Elektrizität getrieben. Durch diese Betriebsweise wird außerdem der Vorteil erreicht, daß eine gleichmäßigere Geschwindigkeit eingehalten und daß die Fahrtrichtung, wenn nötig, geändert werden kann. Auch gestattet diese Betriebsweise die Ausführung steilerer Bahnen.

Im Jahre 1900 waren in der Schweiz 28 Seilbahnen mit einer Gleislänge von rund 25000 m in Betrieb. Dieselben überwanden insgesamt einen Höhenunterschied von 7420 m. Das mittlere Steigungsverhältnis beträgt 3 : 10. Diese 28 Bahnen beförderten im Jahre 1899 zusammen 2800000 Reisende.

Zahnstangenbahnen. Die Zahnstange ward, wie in dem Kapitel „Gebirgsbahnen" erwähnt wurde, im Jahre 1812 von Blenkinsop in Vorschlag gebracht, um das Gespenst der zu geringen Reibung zu verjagen. Bei der ihm patentierten Maschine griff ein Zahnrad in eine gezahnte Schiene (s. Abb. 6 S. 20).

Mit der Erkenntnis, daß man auf horizontalen oder schwach geneigten Eisenbahnstrecken derartiger künstlicher Mittel nicht bedurfte, verschwand zunächst die Zahnstangenbahn fast vollständig von der Erdoberfläche. Erst im Jahre 1847 tauchte sie in Nordamerika in einem Entwurfe Cathcarts wieder auf, ihre Verwendung blieb aber auch dann noch auf einzelne Fälle beschränkt.

Hieran war hauptsächlich der Umstand schuld, daß man die Zahnstangenschienen aus Gußeisen herstellen mußte, dieses Material aber nicht die zu fordernde Sicherheit bot. Auch die Bauart der Lokomotiven war eine sehr verwickelte.

Einen gewaltigen Schritt vorwärts bedeutete der Bau der Bahn auf den Mount Washington (1866—1869), einem 1994 m hohen, sehr beliebten Aussichtspunkt der weißen Berge von Nordamerika. Der Erbauer dieser Bahn war Marsh. Die Walztechnik hatte in der Zwischenzeit sehr erhebliche Fortschritte gemacht und so konnte Marsh eine schmiedeeiserne Zahnstange verwenden. Infolge der geringen zur Verfügung stehenden Mittel mußte Marsh sehr sparsam zu Werke gehen und war aus diesem Grunde die Bahn nach manchen Richtungen hin mangelhaft ausgeführt. Es war daher dem Schweizer Ingenieur Riggenbach, wenn auch erst nach schweren Kämpfen, vergönnt, die Bergbahnen zu größerer Vollkommenheit zu bringen.

Riggenbach (gestorben 1899) war Maschinenmeister der schweizerischen Centralbahn. Bereits 1862 bewarb er sich in Frankreich um ein Patent für Eisenbahnbetrieb mit Zahnrad und Zahnstange, doch fand sein Gedanke zunächst keine Verwirklichung, da ihm die nötige Unterstützung fehlte. Von einer Reise durch Nordamerika zurückgekehrt, trat er mit den Ingenieuren Naef und Zschokke in Verbindung, und alle drei bewarben sich um eine gemeinsame Konzession zur Erbauung einer Zahnradbahn von Vitznau am Vierwaldstätter See auf den Rigi. Die Bahn erhielt eine maximale Steigung von 1 : 4. Die Eröffnung fand am 21. Mai 1871 statt. Durch die Bahn wurde Rigi-Kulm noch in weit stärkerem Maße wie bis dahin der Mittelpunkt des Schweizer Fremdenverkehrs.

Der große Erfolg dieser Bahn bewirkte, daß sich bald eine Gesellschaft, die „Internationale Gesellschaft für Bergbahnen", mit 25 Mill. Frcs. Aktienkapital bildete, um den Riggenbachschen Gedanken in größerem Umfange auszunützen.

Bald hintereinander entstanden in der Schweiz die Arth—Rigi-, Rorschach—Heiden-, die Rigi—Scheidegg-, Lausanne—Ouchy- und die Gießbach-Bahn. Allein die an diese Linien geknüpften Erwartungen erfüllten sich nicht und so blieb ein Rückschlag nicht aus. Im Jahre 1880 löste sich die Bergbahngesellschaft auf. In den seitdem verstrichenen zwei Jahrzehnten hat das Bergbahnwesen jedoch, gefördert durch die

Thätigkeit einer Reihe von Ingenieuren, eine ungeahnte Ausdehnung genommen und es macht den Eindruck, als ob bald kaum mehr eine nennenswerte Bergspitze ohne ihre Bahn sein wird. Die früher an berühmten Aussichtspunkten so beliebten Esel sind bereits auf den Aussterbeetat gesetzt. Zu diesem Resultat hat neben der Vervollkommnung der Zahnstangenbahnen die Ausbildung der Seilbahnen viel beigetragen.

Die Ingenieure sind immer kühner geworden und auf immer größere Höhen lassen sie die Bahnen emporklettern. Die nachstehende Zusammenstellung ist in dieser Beziehung von besonderem Interesse:

Die Bahn auf den Rigi	erreicht eine Höhe von	1750 m
= Wengernalpbahn	erreicht eine Höhe von	2064 m
= Bahn auf den Pilatus	= = = =	2066 m
= = = das Brienzer Rothhorn	erreicht eine Höhe von	2252 m
= Gornergratbahn	erreicht eine Höhe von	3020 m
= Jungfraubahn (Projekt)	= = = =	4166 m
= Bahn auf den Pikes Peak	= = = =	4330 m

über dem Meere.

Die bedeutend größere Höhe, welche von einzelnen Bahnen in Amerika gegenüber den europäischen Bahnen erstiegen wird, ist daraus zu erklären, daß dort die Schneegrenze bedeutend höher liegt (ca. 5250 m) wie in Europa (ca. 3000 m). In welcher Weise die Schneegrenze auf die Herstellung von Hochgebirgsbahnen von Einfluß ist, wird weiterhin erörtert werden.

Der Gipfel der Jungfrau ist jedoch noch nicht von der Bahn erreicht, und die Bahn auf den Mont Blanc befindet sich erst im Stadium der Projektierung.

Die Hochgebirgsbahnen (unter Hochgebirge versteht man Höhen über 1500 m) erschließen naturgemäß in noch höherem Maße wie die Bergbahnen der Allgemeinheit die Wunder der Natur, die bisher nur einzelnen Ausgewählten zugänglich waren. Allerdings ist die Frage noch nicht zum Abschluß gekommen, ob diese Erschließung wirklich eine allgemeine sein wird und ob nicht für einen großen Bruchteil der Touristen die höchsten Spitzen trotz der leichteren Zugänglichkeit aus Gesundheitsrücksichten unerreichbar bleiben werden.

Die Bergkrankheit ist es, die viele davon zurückhalten wird und muß, sich in die höheren, luftigen Regionen zu begeben.

Die sehr dünne Luft auf den Gipfeln des Hochgebirges verursacht bei vielen Menschen Atemnot, starkes Herzklopfen; auch allgemeine Mattigkeit, Kopf- und Rachenschmerzen machen sich bemerkbar. Oftmals steigert sich die Mattigkeit bis zu Ohnmachtsanfällen, zu denen auch wohl Blutungen aus Mund, Nase und Ohren hinzutreten. Sowohl auf der Bahn von Lima nach Oroya (Andenbahn) wie auf der Manitou- und Pikes Peakbahn (4330 m Höhe über dem Meere) gehört das Auftreten der Bergkrankheit bei den Passagieren zu den alltäglichen Erscheinungen. Um ihr Eintreten zu verhüten giebt es nur ein Mittel, eine Gewöhnung an die immer dünner werdende Luft durch ein ganz allmähliches Hochsteigen. Die Zeit gehört jedoch in unserer rasch lebenden Periode zu den kostbaren, selten zur Verfügung stehenden Dingen.

Allerdings hat der Bundesrat der Schweiz die Klausel, von welcher er die Erteilung der Konzession für die Jungfraubahn abhängig gemacht hatte, aufgehoben. Diese Klausel enthielt die Bestimmung, daß der Beweis dafür erbracht werden sollte, daß die Beförderung der Passagiere auf eine Höhe von über 3000 m für deren Leben und Gesundheit nicht gefährlich sei. Diese Klauselaufhebung erfolgte nach Beibringung einer Anzahl Gutachten anerkannter Fachmänner.

Die in der Höhe der Schneegrenze sich bemerkbar machenden veränderten Luftverhältnisse beeinträchtigen in Verbindung mit den durch den ewigen Schnee selbst bedingten erschwerenden Umständen die Leistungsfähigkeit der in diesen Höhen thätigen Arbeiter ganz erheblich.

Gehen wir nunmehr auf die technische Ausgestaltung der verschiedenen Bergbahnsysteme näher ein, so ist das folgende anzuführen.

Die Sicherheit der Bergbahnen muß eine sehr große sein, vor allem muß ein Durchgehen der Wagen, d. h. eine zu große Geschwindigkeit verhindert werden. Es sei hinzugefügt, daß ein derartiges Ereignis bisher ganz vereinzelt eingetreten ist. Zu diesen wenigen Fällen gehört die Entgleisung der auf den Snowdon, einem 1084 m hohen Berg in Schottland, erbauten Zahnstangenbahn. Der erste abwärtsfahrende Zug entgleiste aus nicht ermittelten Ursachen bei der Eröffnungsfahrt. Ein Reißen des Seiles ist in Amerika erfolgt. In der Schweiz mit ihren zahlreichen Seilbahnen hat sich bisher ein Unglücks-

fall aus diesem Grunde nicht ereignet, was darauf zurückzuführen sein dürfte, daß seitens der Schweizerischen Regierung eine sehr eingehende und sorgfältige Beaufsichtigung ausgeübt wird.

Ein guter, festgefügter Unterbau und wirkungsvolle, zuverlässige Bremsvorrichtungen spielen erklärlicherweise bei den Bergbahnen eine ganz außerordentlich wichtige Rolle. So sind die durch Dampf betriebenen Bergbahnlokomotiven fast ausnahmslos mit vier verschiedenen Bremsen ausgestattet.

Zwei dieser Bremsen sind Handbremsen, die dritte ist als selbstthätig wirkende Bremse angeordnet. Von besonderer Bedeutung ist die sogenannte Luftbremse oder Luft-Gegendruckbremse. Hierbei wird der Dampfcylinder benutzt und der Führer hat es durch geringeres oder stärkeres Öffnen eines Lufthahnes in der Hand den Zug langsamer oder rascher den Berg hinunter fahren zu lassen, d. h. also die Thalfahrt sicher zu regeln. In einzelnen Fällen sind außerdem besondere Fangklauen vorhanden, welche die Zahnstange umklammern und ein Hochheben der Lokomotive verhindern.

Seilbahnen. Man unterscheidet bei den Drahtseilbahnen solche, bei welchen die Zugbewegung durch Überlast (Wasserballast) oder durch eine auf die Umleitungsrolle wirkende Kraft (Dampfkraft, Wasserkraft, Gas oder Elektrizität) erfolgt. Zu den Bahnen der letzteren Art gehören die Salvatore—Bürgenstock—Stanserhornbahn.

Als Seile werden ausnahmslos Drahtseile angewandt, deren Stärke gewöhnlich 3 oder 4 cm beträgt.

Die meisten Seilbahnen besitzen drei Schienen, zwei Fahrbahnschienen und in deren Mitte eine Zahnstangenschiene, deren Zweck es ist, im Falle eines Seilbruches den Zähnen des am Wagen befindlichen Rades als Stütze zu dienen, nachdem der Wagen durch Bremsen die rollende Bewegung verloren hat.

Es ist klar, daß ein Bruch des Seils, wenn keine derartigen Sicherheitsvorrichtungen vorhanden wären, unbedingt die verderblichsten Folgen haben müßte. Auf die Konstruktion der Bremsvorrichtungen ist daher ein großer Fleiß verwandt worden. Fast ausnahmslos ist eine selbstthätige Bremse vorhanden, die in Thätigkeit tritt, sobald der Wagen eine bestimmte Geschwindigkeit annimmt. Um die teuere Zahnstange entbehren zu können, haben die Ingenieure Bucher und Durrer eine neue Fangvorrichtung ersonnen, die zuerst bei der Stanserhornbahn Verwendung gefunden hat und mit dieser zusammen beschrieben werden soll.

Zur Führung des Seiles und damit dieſes nicht auf dem Boden ſchleift oder ſeine richtige Lage verliert, dienen

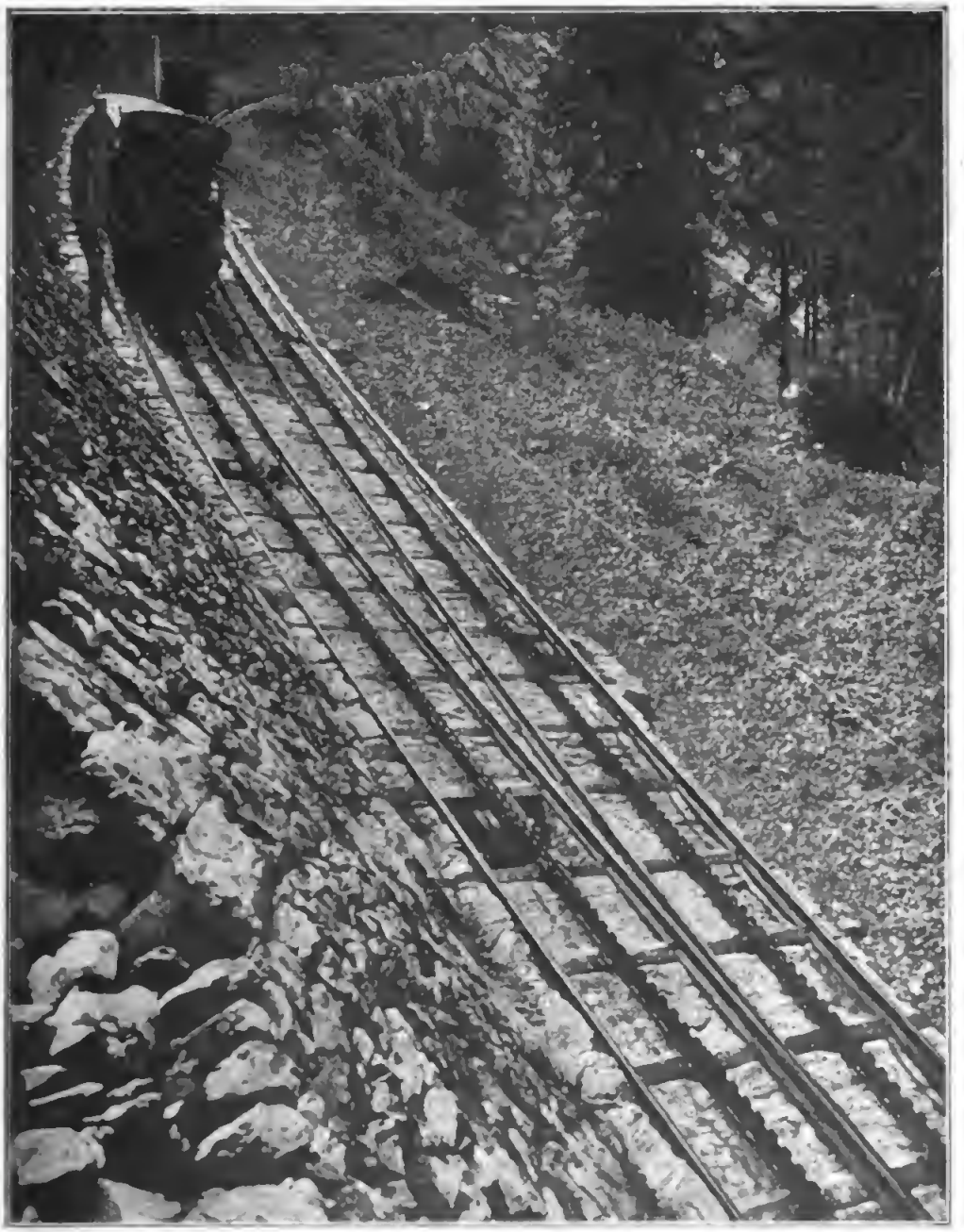

Abb. 17. Ausweichſtelle der Bürgenſtockbahn (Seilbahn m. Zahnſtangenfangſchiene).

Führungs- und Gleitrollen, wodurch gleichzeitig die Reibung verringert und der erforderliche Kraftaufwand ermäßigt wird (Abb. 17).

Die Entfernung dieser Rollen beträgt auf graden Strecken 10—16 m, in Krümmungen muß ihre Entfernung und Stellung den besonderen Verhältnissen angepaßt werden.

Besondere Vorkehrungen werden bei den Seilbahnen für den Ausgleich des Seilgewichts nötig. Befinden sich beide Wagen in der Mitte der Strecke, so ist das Seilgewicht auf beiden Seiten das gleiche. Je höher nun der eine Wagen steigt und je tiefer der andere sinkt, je ungleicher wird auf beiden Seiten das Seilgewicht, indem das Seil des absteigenden Wagens beständig länger und damit schwerer wird. Das einfachste Gegenmittel ist die Anbringung eines sogenannten Ausgleich- oder Ballastseils. Dasselbe wird an den unteren Enden der beiden Wagen angebracht und läuft am unteren Endpunkt ganz ebenso wie das obere Seil um eine Führungsrolle. In diesem Falle macht man somit gleichsam von einem Seil ohne

Abb. 18. Bergbahnweiche.

Ende Anwendung. Von diesem Mittel wird jedoch kein ausgedehnter Gebrauch gemacht, vielmehr wird häufiger ein veränderliches Wassergewicht benutzt. Man läßt in diesem Falle während der Fahrt, entsprechend der Gewichtsveränderung der Seile, einen Teil des Wassers abfließen. Ein drittes Mittel besteht in der Anordnung eines gekrümmten Gefälles, bei welchem der obere Teil stärker als der untere geneigt ist.

Sehr lange Seilbahnen pflegt man in einzelne Abteilungen zu zerlegen, um die einzelnen Seile leichter im Gewicht halten zu können.

Ist die Bahn eingleisig angelegt, so wird in der Mitte der Bahn eine Ausweichstelle angeordnet. In einem solchen Falle werden die Außenschienen ohne Unterbrechung durchgeführt (Abb. 18). Die Wagen besitzen auf der Außenseite Räder mit doppeltem Radkranz, wodurch in einfacher Weise das Ausweichen bewirkt wird.

Zahnstangenbahnen. Man unterscheidet Bahnen mit ausschließlichem Zahnstangenbetrieb und gemischte Zahnrad-

bahnen, bei welchen nur Teile der Bahnstrecke mit Zahnstangen ausgerüstet sind.

Von den verschiedenen Zahnstangensystemen sind in erster Linie zu nennen: Riggenbach, Abt, Locher, Bissinger, Strub, Agudio.

Die Systeme von Wetli und Fell (Mont Cenis) kommen nicht mehr zur Verwendung, auch das System von Agudio ist nur in Italien ausgeführt, u. a. bei der Supergabahn bei Turin.

Nach dem Riggenbachschen System sind u. a. erbaut die Bahnen: Königswinter—Drachenfels, Petersberg, Niederwald, Stuttgart (Degerloch), Wien (Kahlenberg), Rigibahnen, Wengernalpbahn.

Dem Ingenieur Roman Abt gelang es im Jahre 1882 eine Lokomotive zu erbauen, die auf der Zahnstangenstrecke kräftig zu arbeiten und auf Strecken ohne solche, also auf flachen geneigten Gleisen, schnell zu fahren vermag. Außerdem vervollkommnete Abt die Zahnstangenkonstruktion und die Weichenanordnung.

Nach dem Abt'schen System sind angelegt die Schafbergbahn (Österreich), Monte generosa-Bahn, Rothhornbahn, Gornergratbahn, Pikes Peak-Bahn.

Ein gemischtes System zeigen u. a. die Bahnen: Blankenburg—Tanne (erbaut 1885), Visp—Zermatt, Brünnigbahn, Jenbach—Achensee.

Das Locher'sche System hat bei der Pilatusbahn Verwendung gefunden und wird auf dasselbe bei Beschreibung dieser Bahn zurückgekommen werden.

Von Bissinger wurde die Höllenthalbahn im Schwarzwald erbaut, Strub ist der Konstrukteur des Gleisbaues der Jungfraubahn, und wird dieses System als das der Zukunft bezeichnet (s. S. 53).

Die wichtigsten Bestandteile einer Zahnradbahn sind naturgemäß die Zahnstange und die Lokomotive.

Für das gute Funktionieren einer Zahnradbahn ist es erklärlicherweise von großer Bedeutung, daß das Gleis eine feste, unverrückbare Lage besitzt. Die Zahnstange besteht aus einzelnen Stücken, die mit Rücksicht auf die Temperatureinwirkung ziemlich kurz gewählt werden, etwa $2\frac{1}{2}-3\frac{1}{2}$ m, und gegeneinander festliegen müssen, da sonst der Eingriff der

Lokomotivzahnräder kein gleichmäßiger sein kann, indem der Zahnabstand nicht überall derselbe sein würde. Heute werden für Zahnradbahnen ausschließlich eiserne Querschwellen verwandt, weil hierdurch eine festere Lage des Gleises erreicht wird.

Während Riggenbach seine Zahnstange aus einzelnen Stücken herstellte, sind die Zahnstangen von Abt, Locher und Strub aus einer vollen Stange herausgearbeitet.

Da auf den Bergbahnen der Verkehr nicht ein so intensiver ist, daß man durchgängig zwei Gleise, je eines für die auf- resp. absteigenden Wagen nötig hätte, so sucht man auf dem weitaus größeren Teil der gesamten Bahnlinie mit einem Gleise auszukommen. Hierdurch ist es bei längeren Linien nötig Ausweichstellen zu schaffen. An diesen Stellen bewirkte man anfangs das Umsetzen der Züge mittels Schiebebühnen, eine Anordnung, die auch heute noch einige Bergbahnen aufweisen. Im allgemeinen aber macht man jetzt von Zahnbahnweichen Gebrauch, für welche Abt eine ziemlich einfache Bauweise ersonnen hat. Die Zahnstangen werden höher angeordnet als die Fahrbahnschienen und wird hierdurch erreicht, daß die Zahnräder an den Ausweichstellen ohne Schwierigkeit über die Fahrschienen hinweggeführt werden können.

Bei den kombinierten Zahnstangen- und Adhäsionsbahnen wird das erste Stück der Zahnstange federnd angeordnet, so daß sich der Zahneingriff der Lokomotive allmählich einstellen kann.

Bei Ausführung der ersten Zahnstangenbahn in Europa (Rigibahn) kam die Normalspur zur Anwendung, was große Krümmungsradien und zweiachsige, kurze Wagen bedingte. Um die Bahnen den meistens mehr oder minder schwierigen Terrainverhältnissen leichter anpassen zu können, sind eine große Anzahl derartiger Bahnen mit geringerer Spurweite, bis zu 80 cm, ausgeführt worden.

An die Lokomotive einer Zahnstangenbahn werden sehr mannigfache Anforderungen gestellt. Bei geringer Last muß dieselbe große Zugkraft und Betriebssicherheit besitzen und kleine Kurven durchfahren können, ohne daß ihre Betriebssicherheit leidet. Diese Lokomotiven müssen außerdem trotz der vielerlei Zuthaten möglichst einfach sein. Endlich wird ein geringer Kohlenverbrauch gefordert, weil sich der Betrieb von Bergbahnen an und für sich gewöhnlich bereits teuer stellt.

In neuerer Zeit beginnen die elektrischen Lokomotiven immer mehr die durch Dampf betriebenen zu verdrängen. Nicht selten stehen Wasserkräfte zur Verfügung, die ohne Schwierigkeit zur Erzeugung elektrischer Energie ausgenutzt werden können. Die Zuführung des elektrischen Stroms erfolgt entweder wie bei den städtischen elektrischen Straßenbahnen oberirdisch (Trolleysystem) oder durch Leitschienen. Letztere Zuführungsart hat bei der ersten elektrischen Zahnradbahn (auf den Mont Salève bei Genf) Anwendung gefunden. Die Lokomotive schiebt den Zug den Berg hinan und bremst ihn beim Abwärtsfahren. Zwischen ihr und den Wagen ist im allgemeinen eine Verbindung nicht vorhanden.

Über einige besonders bemerkenswerte Bergbahnen der Schweiz sind nachstehend noch einige Einzelheiten angeführt.

Stanserhornbahn. Diese Seilbahn ist die bemerkenswerteste der bis jetzt ausgeführten ihrer Gattung, da sie eine Maximalsteigung von 62 % und eine Steighöhe von 1400 m besitzt. Letztere wird in drei Abteilungen überwunden. Das Stanserhorn liegt südlich von Luzern. Der erste Teil der Bahn beginnt bei Stansstad. Die Spurweite beträgt wie bei den meisten Bergbahnen 1 m, wodurch die Anwendung kleinerer Kurven ermöglicht ist. Bei der Stanserhornbahn ist von der Verlegung einer mittleren Zahnstange, um auf dieser im Falle eines Seilrisses den Zug zum Halten zu bringen, abgesehen worden. Es liegt hier in der Mitte eine einfache Schiene, auf welcher das Festklemmen des Zuges erfolgt. Da diese Anordnung eine Neuerung war, so wurden von den Behörden erst eingehende Versuche vorgeschrieben, die zur vollständigen Zufriedenheit ausfielen. Die Bremsung findet dadurch statt, daß Bremsbacken (s. Abb. 19), die gewöhnlich in einer Entfernung von $\frac{1}{2}$ cm an der Schiene entlang gleiten, schraubenstockartig gegen die Schienen gepreßt werden. Die Schiene muß in ihrem oberen Teil zu diesem Zweck vollständig frei sein, d. h. mit besonderen Schienenlaschen ausgestattet werden. Die Bremsung der Wagen findet nach Zurücklegung eines Weges von nur 70 cm bis im Maximum von 3,5 m statt. Bei den Versuchen wurde ein (nicht mit Menschen) beladener Zug plötzlich von dem Kabel losgelöst. Die Erbauer

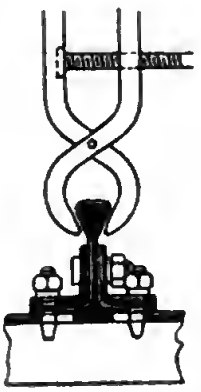

Abb. 19. Bremsvorrichtung der Stanserhornbahn.

dieſer Bahn und die Konſtrukteure der neuen Fangkonſtruktion ſind die Ingenieure Bucher und Durrer.

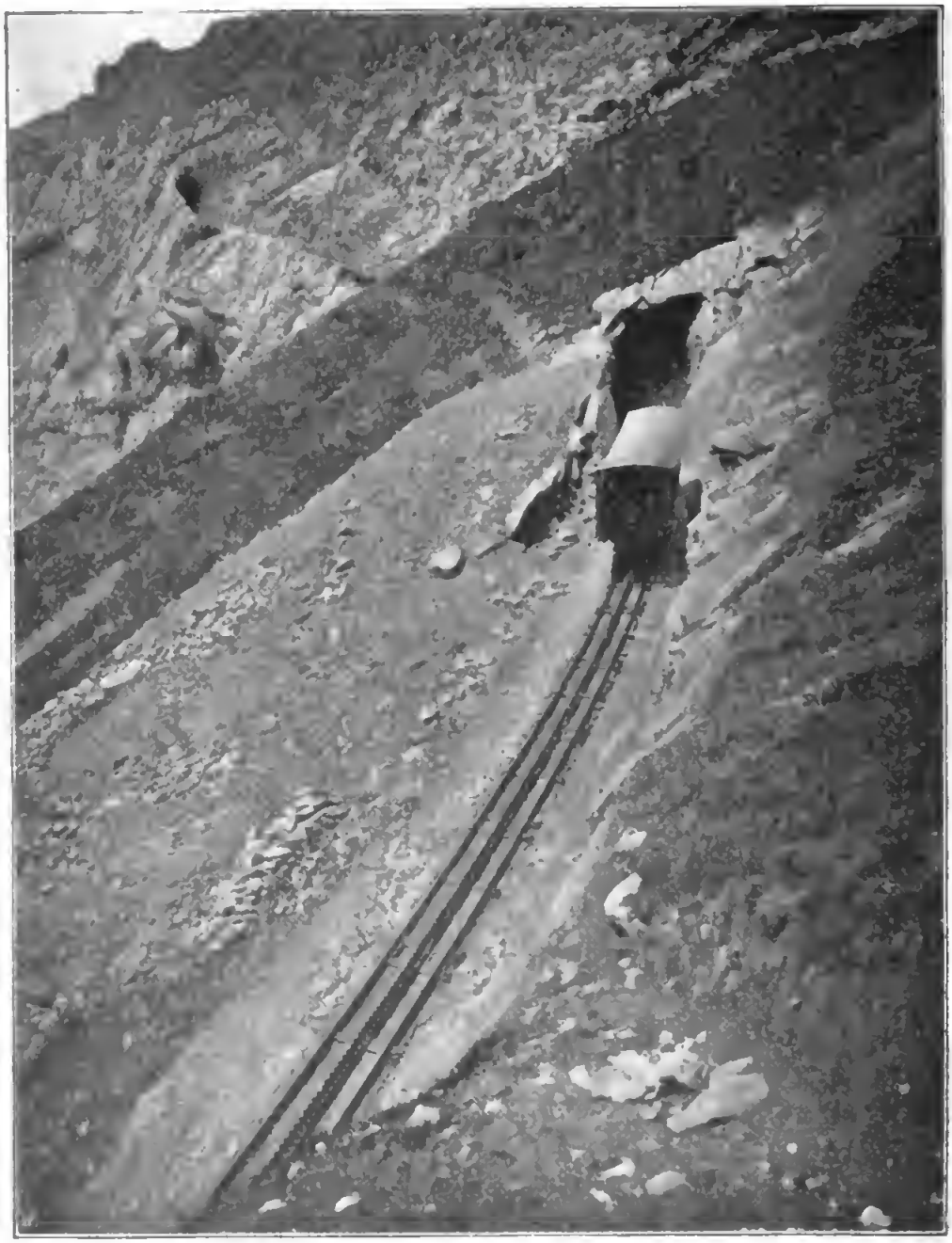

Abb. 20. Pilatusbahn (Eſelspartie).

Pilatusbahn. Dieſe Bahnanlage iſt, abgeſehen von den großen maleriſchen Eindrücken, die eine Fahrt auf ihr gewährt, dadurch bemerkenswert, daß hierbei eine abweichende

Zahnstangenkonstruktion, die ihre Entstehung dem Ingenieur Locher zu verdanken hat, zur Anwendung gekommen ist. Die Bahn kam im Jahre 1889 zur Ausführung und erhielt die schmale Spur von nur 0,80 m. Die Zahnstange besitzt vertikale Zähne, dementsprechend sind die eingreifenden Zahnräder der Lokomotive horizontal gelagert. Es ist hierdurch möglich geworden mit den Steigungen an einzelnen Stellen bis zu 480 ‰ d. h. also fast bis 1 : 2 zu gehen. Auf diesen steilen Strecken beträgt die Fahrgeschwindigkeit nur 1 m in der Sekunde. Da die Anlegungskosten der Bahn und die Betriebskosten sehr große sind, so sind dementsprechend auch die Fahrpreise sehr hoch normiert.

Zu den Glanzpunkten dieser Bahn gehören die Eselspartie (Abb. 20) und die Wolfsschlucht.

Gornergratbahn. Diese Bahn, die zu den interessantesten Zahnstangenbahnen überhaupt gehört, führt in Verlängerung der von Visp im Rhônethal nach Zermatt führenden Bahn über die Riffelalp auf den inmitten der großartigen Gletscherwelt des Matterhorn (4482), Breithorn (4171) und Monte Rosa (4638) liegenden Gornergrat, dessen Höhe 3289 m beträgt und der neun Monate mit Schnee bedeckt ist. Da genügende Wasserkräfte vorhanden sind, so ist hier elektrischer Betrieb eingeführt worden. Der Bahnbau wurde besonders forciert und 1200 Arbeiter waren auf einer nur 9,2 km langen Strecke in Thätigkeit. Die Verpflegung der Arbeiter u. s. w. nahm mit der Höhe an Schwierigkeit zu, die Zufuhr mußte durch Maulesel erfolgen. Auf der letzten Strecke konnten nur Walliser Einwohner verwandt werden, die alle acht Tage abgelöst werden mußten, da die Leute eine längere Zeit in der Höhe von 3000 m nicht auszuhalten vermochten, indem die Arbeiter der Bergkrankheit verfielen. Die Herstellung der Tunnel wurde insbesondere durch das außerordentlich harte Gestein, Serpentin gemischt mit Magneteisen, erschwert. Manchmal waren für ein Bohrloch von 35 cm Tiefe 30 Bohrer erforderlich. Die größte Steigung beträgt 1 : 5.

Eine starke Anhäufung von Bergbahnen findet sich im Berner Oberland (s. Abb. 21). Hier liegen unmittelbar nebeneinander oder in Verbindung miteinander stehend:

Die Berner Oberland-Bahnen von Interlaken nach Zweilütschinen. (Teilung in die Bahnen nach Lauterbrunnen und Grindelwald),
die Bahn von Wilderswyl nach der Schyniger Platte,
= = von Lauterbrunnen nach Grütsch (Drahtseilbahn),
= = von Grütsch nach Mürren (Zahnradbahn),
zwei Bahnen von Lauterbrunnen nach Grindelwald (Wengernalpbahn). Der höchste Punkt letzterer Bahn liegt bei Scheidegg. Von Klein-Scheidegg zweigt die Bahn auf die Jungfrau ab.

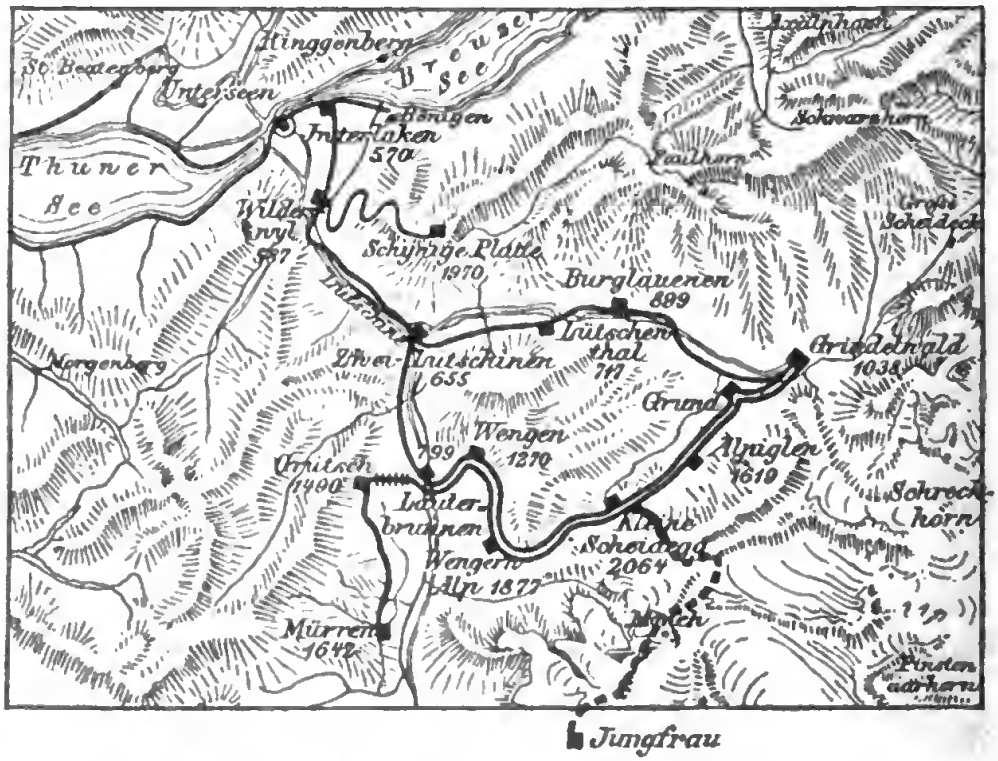

Abb. 21. Lageplan von Bergbahnen der Schweiz.

Die Jungfraubahn ist keine Bergbahn, sondern eine Hochgebirgsbahn, da durch sie dem großen Publikum das Hochgebirge erschlossen werden soll.

Die Jungfraubahn kann als das bedeutendste Unternehmen dieser Art bezeichnet werden. Der Gipfel der Jungfrau hat eine Höhe von 4166 m und es war daher unter Berücksichtigung der herrschenden klimatischen Verhältnisse ein überaus kühner Gedanke, diesen Gipfel der Allgemeinheit durch eine Eisenbahn zugänglich machen zu wollen. Die Höhe an und für sich steht ja noch hinter der von der Oroyabahn sowie der

Bahn auf den Picks Peak in Colorado (4330 m) erreichten Höhe zurück. Doch liegt in diesen Fällen die Schneegrenze, wie schon früher erwähnt wurde, bedeutend höher.

Nachdem bereits von verschiedenen Seiten, darunter auch von dem Erbauer des Eiffelturms in Paris und von dem Erbauer der Pilatusbahn, Locher, Konzessionsgesuche bei dem schweizerischen Bundesrat eingegangen waren, tauchte das Projekt des Bankiers Guyer-Zeller auf.

Die Bahn ist gegenwärtig erst zu einem Teile vollendet und es muß dahingestellt bleiben, ob mit dem Tode des Genannten auch vielleicht die Aussicht begraben ist, bald mittels der Eisenbahn den Jungfraugipfel zu erreichen. Die eigenen sachverständigen Landsleute Guyer-Zellers glauben zu einem großem Teil nicht daran, daß das Unternehmen je zu einem glücklichen Ende geführt werden wird. Noch sind in der That die enormen Schwierigkeiten, welche es bei diesem Bau zu überwinden gilt, nicht sämtlich aus der Welt geschafft.

Die Zellersche Bahn ist als Zahnstangenbahn mit 25 % Steigung projektiert resp. ausgeführt. Die Spur ist 1 m. Der Betrieb soll durchweg elektrisch mittels gewonnener Wasserkraft von 11000 Pferdestärken erfolgen.

Zur Beratung einer Reihe wichtiger Fragen berief Guyer-Zeller 1895 eine wissenschaftliche Kommission. Für die beste Lösung verschiedener für den Bau und Betrieb besonders wichtiger Aufgaben schrieb diese Kommission 1896 Preise aus. Unter den eingegangenen Arbeiten war die wichtigste die preisgekrönte Arbeit des Ingenieurs Strub über ein von ihm neu erfundenes Zahnstangensystem, das bei der Jungfraubahn seine erste Anwendung fand.

Der von Strub ersonnene Oberbau besteht aus Flußstahlschienen. Die Zahnstange besitzt einen konischen Kopf, der die Anwendung von Zähnen (in ähnlicher Weise wie dieses Abb. 19 zeigt) ermöglicht. Durch diese Kopfform wird der Auftrieb des Fahrzeuges und das seitliche Abgleiten des Zahnrades verhütet. Die Zahnstange kann gleichzeitig zur Notbremsung benutzt werden.

Die Bahn geht, wie oben schon erwähnt wurde, von der kleinen Scheidegg aus und führt zunächst nach dem Eigergletscher. An der Station Eigergletscher erklimmt die Bahn die Höhe von 2321 m. Die Passagiere erreichen hier einen Punkt,

an dem sie die vom Eiger und Mönch, vom Guggigletscher und vom Gießengletscher abstürzenden Lawinen beobachten können. Bei der Station Eigergletscher tritt die Bahn in einen großen Tunnel von 3,7 m Breite und 4,35 m Höhe ein. Der Tunnel soll eine größere Zahl Stationen erhalten, die als Felsenstationen projektiert sind. Die Decke wird durch stehenbleibende Felsensäulen gestützt und die Wände, Decke und der Boden werden mit Holz bekleidet. Für diejenigen Passanten, die eine Nacht in dieser Höhe zubringen wollen, sind Schlafzimmer in Aussicht genommen.

Die erste Station ist Rothstockwand (2520 m über dem Meere). Von hier aus soll ein Weg auf den Rothstockgipfel angelegt werden. Die zweite Station (Eiger) besitzt eine Höhe von 2812 m. In einer Höhe von 3160 m wird die Station Eismeer (Kalifirn) erreicht. Die sich hier bietende Aussicht weicht vollkommen von derjenigen ab, welche die vorhergehenden Stationen gewähren. Während bei der Station Eigergletscher noch der Charakter des Mittelgebirges vorwaltet, besitzt die Station Kalifirn vollständigen Hochgebirgscharakter.

Von der Station Eismeer läuft die projektierte Linie in grader Linie nach Westen bis zur Station Jungfraujoch (3420 m).

Die Station Jungfraujoch ist als Doppelstation ins Auge gefaßt, bei der von dem Haupttunnel zwei kurze Seitenstollen nach Norden und Süden führen. Nach Norden geht der Blick auf das Mittelgebirge mit den grünen Matten, dunklen Wäldern, freundlichen Seen und Thälern, nach Süden fällt der Blick auf die Region des ewigen Schnees und Eises.

Die Fortsetzung der Bahn bis zur Felsenstation Jungfrau (4093 m über dem Meere) würde 25 % Steigung erhalten. Die letzte Strecke bis zum Gipfel soll vermittelst eines elektrischen Aufzuges von 73 m Höhe überwunden werden.

Die Herstellung des Eigergletschertunnels gestaltet sich besonders auch dadurch schwierig, daß derselbe bei einer beträchtlichen Länge eine Steigung von 25 % besitzt. Ein solcher Tunnel ist bisher noch nicht zur Ausführung gekommen und es gilt daher neue Erfahrungen zu sammeln.

Die Bohrung des Tunnels erfolgt mit elektrisch betriebenen Bohrmaschinen, von denen sechs Stück gleichzeitig im Betriebe sind.

Der Betrieb bis zum Eigergletſcher wurde bereits am 19. Sept. 1898 eröffnet. Die Züge beſtehen aus einer elektriſchen Lokomotive (150—400 Pferdeſtärken) und zwei Wagen mit je 40 Sitzen. Von der kleinen Scheidegg bis zum Eigergletſcher dauert die Fahrt 16 Minuten.

Wem es je vergönnt geweſen iſt, mittels einer Bergbahn eine jener Höhen zu erſteigen, auf denen ſich uns die Schönheiten der Natur in ihrer vollen Pracht erſchließen, wird gewiß in Dankbarkeit der Männer gedenken, deren Wirken und Thatkraft die Ausbildung des Bergbahnweſens zu danken iſt.

IV. Kapitel.

Transkaspische Eisenbahn.

Die transkaspische Eisenbahn (Abb. 22), die sich zur Zeit von Uzun Ada am Kaspischen Meer bis Andishan an der Grenze von Afghanistan und China erstreckt, verdankt in ihren Anfängen ihre Entstehung in erster Linie strategischen Gründen.

Die russische Regierung machte im Jahre 1879 den vergeblichen Versuch, den turkmenischen Stamm der Achal-Oase, durch welchen der Karawanenweg nach Chiwa häufig unsicher gemacht wurde, zu unterjochen. Zu dem Scheitern der Expedition hatte neben der Glühhitze des Sommers der Mangel an Wegen und Wasser viel beigetragen. Die russische Regierung hielt es im Interesse ihres Ansehens für eine unbedingte Notwendigkeit, diese Scharte wieder auszuwetzen und sie begann, um des Erfolges sicher zu sein, den neuen Feldzug mit großen Vorbereitungen. General Skobelew erachtete den Bau einer Bahn vom Kaspischen Meer bis zur Achal-Oase für erforderlich und General Annenkow wurde mit der Ausführung des Unternehmens beauftragt. Der Bau erforderte eine große Zähigkeit und Thatkraft, da es sehr bedeutende natürliche Schwierigkeiten zu überwinden galt.

Bald hinter der ursprünglichen Ausgangsstation der Bahn, Michailowsk, folgt ein Rand nackter Hügel, die aus körnigem, gelben, beweglichen Sande bestehen, welcher die fatale Eigenschaft hat, fast täglich seine Lagerung zu verändern. Der bewegliche Sand spielt in Centralasien eine große Rolle und war namentlich für Turkestan zu allen Zeiten von Bedeutung, da durch ihn nicht nur beständig die der Kultur unterworfenen Felder, sondern ganze Städte bedroht waren und noch sind. Erst seit dem Vordringen der Russen in das mittlere Asien hat man begonnen, diese Erscheinungen näher zu ergründen und ihnen erfolgreich entgegenzuarbeiten. Der bewegliche Sand

findet sich besonders im Südosten und Süden des Baikalsees, im Ferghanah-Distrikt, einer wegen ihrer Bewässerungsanlagen

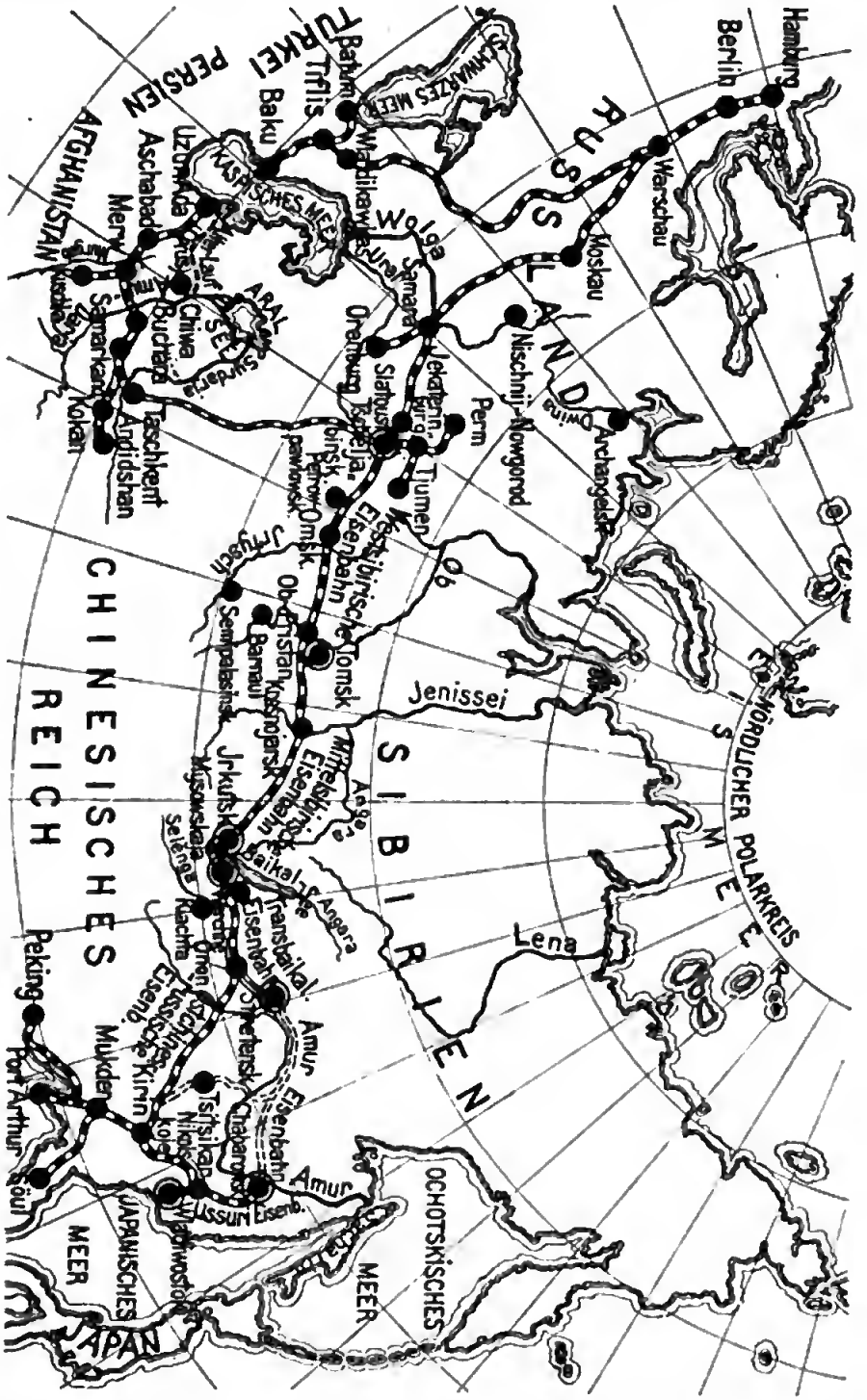

Abb. 22. Lageplan der Transkaspischen und Sibirischen Eisenbahn.

und ihrer Fruchtbarkeit besonders berühmten Gegend, sodann an den Ufern des mittleren Amu-Darja.

Als Ausgangspunkte der in Bewegung geratenden Sandmassen sind namentlich die Sandablagerungen an dem Amu-Flusse entlang zu betrachten, von wo aus die Massen durch den Wind in Bewegung gesetzt werden. Die einzelnen Körner sind sehr klein und rufen in ihrem Verhalten gleichsam den Eindruck hervor, als ob sie einer Flüssigkeit angehörten. Der Mensch versinkt in diesen Massen etwa $^1/_4$ m tief, ein Pferd bis zum Knie. Der Marsch in diesen Steppen ist daher furchtbar ermüdend. Bei der geringsten Bewegung beginnt der Sand gleich Öl an etwaigen Böschungsflächen hinabzufließen.

Die Neigung der Ablagerungen übersteigt niemals 45°. Wenn sich der Südostwind erhebt, so beginnt sich die Luft vollständig mit Sand zu füllen und es entsteht der „Bourrane" oder der „Khara Yel", d. h. einer jener Sandstürme, wie solche an verschiedenen Stellen der Erde, so u. a. in Afrika, aufzutreten pflegen. Die Sanddünnen schieben sich jährlich etwa 14 m vor, dabei alles, was vor ihnen liegt, mit Vernichtung bedrohend. Als einziges Mittel gegen diese Vernichtung haben sich umfangreiche Anpflanzungen erwiesen, wie den auch das Abschlagen der Bäume in früherer Zeit außerordentlich dazu beigetragen hat, die aus dem beweglichen Sande entspringenden Gefahren zu vergrößern. Die an der transkaspischen Eisenbahn entlang sich erstreckenden Sanddünen (Barchane) erreichen eine Höhe bis zu 70 m, sie müssen durch Sandpflanzen an ihrer Oberfläche gehalten werden, wozu sich besonders der Saxaul eignet. Die Russen hoffen einst dieser widrigen Verhältnisse vollständig Herr zu werden und ihre Hoffnungen gründen sich nicht am wenigsten auf die in dieser Beziehung in Frankreich erzielten sehr günstigen Ergebnisse. Dort waren es namentlich die Dünen an der gascognischen Küste, die den Bewohnern lange Zeit hindurch unheilbringend waren. Die Dünen steigen an der französischen Küste 80—90 m hoch an. Die durch Sandstürme vertriebenen Massen zerstörten Felder und Dörfer und bedrohten schließlich sogar Bordeaux. Dem Ingenieur Bremontier ist es zu danken, daß es gelang, die Dünen zu befestigen. Wälder von Tannen und Fichten sind hier zur Anpflanzung gekommen. Auch in dem Departement Landes sind die teils morastigen, teils aus Flugsand bestehenden Flächen in Nadelholzwaldungen umgewandelt worden, die jetzt reichen Ertrag geben (jährlich 20—25 Millionen Francs).

Es war selbstverständlich ausgeschlossen, die Gleise ohne weiteres auf dem beweglichen Sande zu verlegen. Man hat mit Erfolg versucht, durch Begießen mit Seewasser und durch Bedecken mit aus der Steppe herbeigeschafftem Lehm den losen Sand zu befestigen. Diese Arbeit war, da Wasser sowie vielfach auch geeigneter Lehmboden in ausreichender Menge fehlten und weit her zu schaffen waren, sehr langwierig.

Auch die Verpflegungsmittel für die Soldaten mußten sämtlich zugeführt werden. Das Trinkwasser wurde mittels zweier Maschinen hergestellt, die täglich 25 000 Eimer lieferten. In späterer Zeit, als der Schienenweg Gegenden mit Quellwasser erreicht hatte, verkehrten dreimal wöchentlich Züge, die Wasser solchen Stationen zuführten, denen dieses mangelte.

Im Oktober 1880 konnte der erste Teil der Bahn (23 km) befahren werden; im Februar 1881 waren 158 km betriebsfähig. Jedoch schon früher war bereits die Niederwerfung der Achal-Turkmenen beendet, so daß die Bahn in dieser Beziehung keinen Einfluß mehr auszuüben vermochte. In der Zwischenzeit hatte aber die Anschauung, daß die Bahn überhaupt von großem Werte für die Aufschließung von Inner-Asien werden könnte, immer mehr an Überzeugungskraft gewonnen und so trat man dem Weiterbau näher. Die Bahn wurde zunächst bis Kisil-Arwat fortgesetzt. Nachdem die Merw-Turkmenen im Jahre 1884 die russische Oberherrschaft anerkannt hatten, stand einer Fortführung der Bahn bis zum Amu-Darja (Oxus) nichts mehr im Wege. Diese Fortsetzung erschien auch im Interesse der entstandenen Verwicklungen mit Afghanistan als von großem Wert.

In diesem Zeitpunkte wurde der Anfangspunkt der Bahn von Michailowsk nach Uzun-Ada verlegt, weil hier bessere Hafenverhältnisse existieren.

Dem Weiterbau der Bahn von Kisil-Arwat wurden nur durch die unzähligen Bewässerungskanäle dieser Gegend Schwierigkeiten bereitet. Das Gleiche gilt für die Bahnstrecken bei Merw, Buchara und Samarkand. Überall mußten hier zahlreiche Durchlässe in dem Bahndamm hergestellt werden.

Die Bewässerungsanlagen der genannten Distrikte wie überhaupt Central-Asiens sind von einem erstaunlichen Umfange. Ihre Benutzung ist sehr genau geregelt. Die Grundsätze, nach welchen die Wasserausnutzung erfolgt, dürften fast ebenso alt

als die ersten Anlagen selbst sein. Es giebt weder Karten der Anlagen noch schriftliche Abmachungen über die Benutzungsrechte, vielmehr beruht die ganze Handhabung auf Bestimmungen, die von einer Generation der andern überliefert werden. Der Gebrauch (Usus) besitzt bei den Orientalen eine außerordentlich große Bedeutung und einen sehr hohen Wert, und hierin ist in erster Linie das gute Funktionieren des Betriebes begründet.

Transkaspien erscheint hinsichtlich seiner topographischen Gestaltung als eine Fortsetzung der großen europäisch-asiatischen Tiefebene. Das Land ist nur dort bebaut und bewässert, wo es durch Flüsse bewässert und entsalzt ist. Der Salzreichtum des Bodens ist ein sehr großer, der naturgemäß erst im Laufe der Jahrhunderte resp. Jahrtausende eine Ermäßigung erfahren hat. Ein bedeutender Teil des Landes setzt sich aus Steppen oder gar aus Sandwüsten zusammen.

Von den Flüssen sind besonders der Sarafschan, Amu-Darja, Murgab und Atrek von Bedeutung. Nur zwei dieser Wasserläufe erreichen ein Wasserbecken, der Amu-Darja den Aral-See, der Atrek das Kaspische Meer. Die übrigen Flüsse werden zu Bewässerungszwecken aufgebraucht, resp. besitzen nicht mehr die Kraft, sich einen Weg durch die Sandwüste zu bahnen und enden daher blind im Sande. Hierzu trägt der Umstand, daß ihr Verlauf nicht genügend durch Vegetation geschützt und die Verdunstung außerordentlich groß ist, viel bei. Man kann als sicher annehmen, daß der Amu-Darja (Oxus) einst in das Kaspische Meer sich ergoß. Derartige gewaltige Stromänderungen sind ja in verschiedenen Teilen der Erde eingetreten, zu den gewaltigsten gehören die Änderungen im Flußlaufe des Hwang-ho, auf welche im 6. Kapitel zurückgekommen werden wird.

Die Flüsse haben in Transkaspien eine Anzahl Oasen entstehen lassen, deren bedeutendsten die Achal-, Tedschen-, Merw-, Sarafschan- und Kaschka-Oase sind. Unter diesen Oasen darf man sich jedoch kein vollständig grünes Eiland mit Wald und Wiesen vorstellen, auch keine palmenbedeckten, rings von der Sandwüste umgebenen Flächen, vielmehr haben diese Oasen auch im Frühjahre kein durchweg bebautes, bewachsenes Gebiet. Je nach dem Maße der ihnen zuteil werdenden Bewässerung zeigen sie einzelne mehr oder weniger üppige

Felder, Obst- und Weingärten, sowie Weideland. Der Baumwuchs (Pappeln) ist im allgemeinen auf die Flußufer und deren unmittelbare Umgebung beschränkt.

Für die Weiterführung der Bahn nach Samarkand bereitete namentlich der Amu-Darja Schwierigkeiten. Der Name Amu-Darja bedeutet Fluß-Meer. Die Breite des Flusses ist sehr groß, sein Wasser ist so stark mit Sand gemischt und derart gefärbt, daß er gleichsam als eine Verlängerung der anstoßenden Wüstenfläche erscheint. Ursprünglich sollte dieser mächtige Strom mittels einer Dampffähre der Eisenbahn eingegliedert werden. Die Wasserstandsdifferenzen sind in den verschiedenen Jahreszeiten jedoch zu groß und so kam eine Holzbrücke nach dem Entwurf des Ingenieurs Balinsky zur Ausführung. Als Bauzeit waren vier Monate angenommen, und dieser Termin ist fast genau innegehalten worden. Am 18. Januar 1888 fuhr die erste Lokomotive nach erfolgter Wasserweihe über die Brücke. Die überbrückte Flußbreite ist 4,05 km, der Hauptarm hat eine Breite von 1708 m. Das Bauwerk ist infolge eingetretener Ausspülungen am 7. Juli 1888 zum Teil eingestürzt, aber bald wieder hergestellt worden Auch heute ist die Brücke noch unsicher und soll dieselbe durch eine eiserne ersetzt werden. Daß die Kunst der russischen Ingenieure zuweilen versagte, kann nicht wundernehmen, da denselben keinerlei Erfahrungen über die Hochwasserstände, Wassermengen ꝛc. der Flüsse zu Gebote standen.

Die Bahn berührt eine größere Anzahl Städte, die eine reiche Geschichte aufweisen. Merw ist seit Urzeiten ein bedeutender Handelsplatz und eine große Stadt, die in den verschiedensten Zeiten eine hervorragende Rolle spielte. Sie galt einst als das Centrum der Wissenschaften und Künste von ganz Mittelasien. Sie besaß prachtvolle Schlösser (7. Jahrhundert), üppige Gärten und belebte Straßen. Im 12. Jahrhundert trat abermals eine Blüteperiode unter den Seldschukken ein; die Stadt führte damals den Titel „Königin der Welt". Unter der Seldschukken-Herrschaft entstand das ausgedehnte Kanalnetz zur Bewässerung der umliegenden Ländereien. Dem Wüten eines Dschingis-Chan (Mongolenherrscher) fiel im Jahre 1218 die ganze Pracht und Herrlichkeit mit fast allen Bewohnern (nach arabischen Berichten 1 300 000 Menschen), zum Opfer.

Buchara, die Hauptstadt des gleichnamigen Reiches, ist der

Hauptknotenpunkt und Stapelplatz des Handels zwischen Nishny-Nowgorod und Peschawar (Indien) und liegt in einem der fruchtbarsten Landstriche der Erde. Buchara war ebenfalls und zwar unter Ismail dem Samaiden, dessen Geschlecht von 873 bis 1004 in Transoxanien herrschte, ein Hauptsitz der Wissenschaften. Auch diese Stadt fiel im Jahre 1218 dem Mongolen-Chan Dschingis zum Opfer. Später erhob der Ort sich wieder zu größerer Blüte.

Samarkand, einst Residenz des mongolischen Eroberers Timur, der wegen eines lahmen Beines „Timurlenk" genannt wurde, woraus später „Timurlan" oder „Tamerlan" entstand, ist jetzt Hauptstadt des Gouvernements Sarmakand, das zum Generalgouvernement Turkestan gehört. Die alte Stadt Samarkand gilt für eine sehr alte menschliche Ansiedelung, in deren Mauern einst Alexander der Große weilte. Sie war die Hauptstadt von Sogdiana. Im Jahre 1221 fiel die Stadt trotz ihrer Mauern, Bastionen und Wassergräben in die Hände von Dschingis-Chan.

Aus der Glanzzeit unter Timur stammen die Überreste zahlreicher Moscheen, Schlösser ꝛc. Berühmt ist Samarkand durch seine mit farbenprächtigen Kacheln belegten Bauten.

Die Bahn ist jetzt bereits bis an die Grenze von Afghanistan bis Andischan fortgeführt. Außerdem ist von Chawast nach Taschkent eine Zweigbahn projektiert und endlich von Merw der Bau der Murgabbahn bis an die afghanische Grenze bei Kuschka (320 km) vollendet worden.

Da die Engländer andererseits bis Tschawan und Peschawar vorgedrungen sind, so fehlt an der indischen Überlandbahn nur ein Glied von etwa 600 km Länge (in der Luftlinie). Wann dieses wichtige Glied gebaut werden wird, darüber schweigt vorläufig die Geschichte, da in dieser Frage schwerwiegende politische Gründe eine ausschlaggebende Rolle spielen.

Die Bauausführung geschah in folgender Weise:

Sobald die Vorarbeiten beendet und das Projekt genehmigt war, schritt sofort eine Kolonne eingeborener Arbeiter unter Leitung der Ingenieure an die Arbeit und stellte den Bahnkörper her. An den Brücken und Durchlaßstellen wurden die erforderlichen Mauerarbeiten ausgeführt und die Eisenkonstruktionen, die aus Rußland beschafft wurden, montiert. Hinter den Erdarbeitern kamen die Oberbauleger. Alles Per-

sonal (zum größeren Teile Eisenbahntruppen) befand sich in einem als Kaserne eingerichteten Wagenzug. Die Ausbildung der russischen Eisenbahntruppen ist dem General Annenkow zu danken. Dieser General hatte im deutsch-französischen Krieg, zu dem er abkommandiert war, die deutschen Eisenbahntruppenteile kennen gelernt und nach diesem Vorbild unter Anpassung an die russischen Verhältnisse eine russische Eisenbahntruppe gebildet. Zwei Bataillone von je 1000 Mann mit den zugehörigen Offizieren erbauten die Bahn und Militärpersonen verrichten auch heute noch den Betriebsdienst auf den Stationen.

Die Einrichtungen der Bahn sind durchweg sehr einfach. Als Heizmaterial der Lokomotiven werden Petroleumrückstände von Baku (dickflüssiges Mineralöl) benutzt. Das Öl wird durch Wasserdampf in die Feuerröhren eingespritzt.

Der Fahrplan zeigt für den Sommer pro Woche drei Postzüge, für den Winter pro Woche zwei Postzüge. Außerdem verkehrt täglich ein gemischter Zug in jeder Richtung. Der Postzug von Usum-Ada bis Samarkand legt diese Strecke in 60 Stunden zurück, d. h. mit einer Geschwindigkeit von 24 km in der Stunde. Es ist dieses bei den heutigen Eisenbahnverhältnissen zwar eine sehr mäßige Leistung, doch müssen hier die besonderen Verhältnisse berücksichtigt werden.

Die Eröffnung der transkaspischen Bahn hat die militärische und politische Machtstellung Rußlands in Mittelasien sehr gestärkt. Die russische Regierung vermag jetzt die seßhaften, betriebsamen Völkerschaften dieser Gegend gegen die Raubzüge der Turkmenen zu schützen und Gesetz und Ordnung aufrecht zu erhalten. Rußland glaubt sich im Bezuge von Baumwolle von Amerika und Ägypten unabhängig machen und den Bedarf künftig aus den russischen Gebieten Mittelasiens decken zu können.

Die Eisenbahn hat auch in den Steppen ihre kulturfördernde Thätigkeit bewahrheitet. Innerhalb kurzer Zeit haben sich die an der transkaspischen Eisenbahn entlang liegenden, früher aus Filzzelten oder Lehmhütten bestehenden Orte derart umgewandelt, daß sie heute das Gepräge europäischer Städte tragen und auch hier hat das elektrische Licht bereits seinen Einzug gehalten.

Die Russen lösen somit eine Kulturaufgabe ersten Ranges und an die Stelle der früheren Unsicherheit tritt in immer stärkerem Maße Ordnung und Sicherheit. In Orten wie

Buchara, wo die europäischen Reisenden noch vor wenigen Jahren auf das Äußerste bedroht waren, können sich diese heute ruhig in das Völkerchaos von Tadschiken, Sarten, Persern, Usbeken, Turkmenen, Kirgisen, Afghanen, Hindus und Juden mischen.

Wie Heyfelder in seinem Buche „Transkaspien und seine Eisenbahn" ausführt, hat in der That dieses Werk der Ingenieurtechnik die ganze politische Konstellation in Centralasien verändert, der Wüstengürtel, welchen England als Schutz für Indien ansah, ist durchschnitten. Rußland hat den nächsten Weg nach Indien in seine Gewalt bekommen, bedeutende Truppenmassen aus Turkestan, dem Kaukasus und den Wolgagegenden sind leicht nach Aschabad und Merw zu befördern und die Provinz Transkaspien ist mit ihrem eigentlichen natürlichen Centrum Turkestan definitiv verbunden. Das Ansehen Rußlands in Mittelasien ist konsolidiert, die Russifizierung resp. Zivilisation seiner asiatischen Besitzungen mit einem Schlage um ein Menschenalter gefördert.

Im Interesse der Menschheit kann natürlich nur gewünscht werden, daß die hier unaufhaltsam stattfindende Einbeziehung ganzer Völkerschaften in die Kultur des Westens sich friedlich, zu deren Heile und zu dem der beiden Völker, die hier eines Tages unbedingt zusammentreffen, vollziehen möge. Ob diese Hoffnung sich verwirklichen wird, steht heute mehr wie je dahin

V. Kapitel.

Die Sibirische Eisenbahn.

Mit dem Namen „Sibirien" verbindet man im allgemeinen den Begriff eines unwirtlichen Landes mit rauhem Klima, ohne Kultur und gar keiner oder nur geringer Kulturfähigkeit, das Land, in dem die Verbrecher hausen und die Wölfe heulen. Diese Anschauung trifft, wenn man sie auf das gesamte, ungeheure Gebiet ausdehnt, das unter dem Namen „Sibirien" zusammengefaßt wird, keineswegs zu. Im Norden sind allerdings manche Landflächen das ganze Jahr hindurch vereist, hier heulen in der That die Wölfe und die Menschen müssen sich bei der fürchterlichen Kälte und namentlich bei den eisigen Schneestürmen in ihren Hütten verkriechen. Im mittleren und südlichen Sibirien dagegen giebt es sehr fruchtbare Gegenden, in denen zwar der Winter strenge, jedoch von nicht allzu langer Dauer ist und woselbst blumige Auen und reichtragende Getreidefelder zu erblicken sind, liegt doch der südlichste Punkt Sibiriens auf einer Höhe mit Florenz. Der natürliche Reichtum an Metallen und Mineralschätzen der verschiedensten Art wie Gold, Platina, Silber, Kupfer, Eisen, Zink, Zinn, Steinkohlen, Kochsalz, Naphtha und Graphit ist ein sehr großer.

Auf die Handelsverhältnisse Sibiriens soll nicht im einzelnen eingegangen werden. Von maßgebender Bedeutung sind in dieser Beziehung die Messen von Nischny-Nowgorod, die vom 27. Juli bis 22. September jedes Jahr stattfinden. Die Zahl der während der Messe täglich anwesenden Käufer und Verkäufer wird auf etwa 300 000 geschätzt.

Eine größere Anzahl schiffbarer Flüsse, Lena, Jenisei und Ob mit zahlreichen bedeutenden Nebenflüssen ließen das Fehlen von Landstraßen, namentlich den Mangel an Eisenbahnen lange nicht sehr hervortreten. Es kam hinzu, daß die russische Regierung eine Anzahl künstlicher Wasserwege, Kanäle,

geschaffen hat, die gute Verbindungen bewirkten. So stellt die bedeutendste Kanalanlage, der Ob-Jenisei-Kanal, eine Verbindung von Tjumen mit Mittelsibirien her.

Der Personenverkehr mit dem inneren Sibirien wickelte sich früher fast ausschließlich unter Benutzung von Pferden und Wagen resp. Schlitten ab. Die Hauptroute bildete der Sibirische Trakt, in seinen Anfängen im Jahre 1600 entstanden. In Zwischenräumen von 40—48 km waren Stationen errichtet, an welchen die Pferde umgewechselt wurden. Zwischen diesen Stationen konnten die Reisenden nichts erhalten, so daß sie sich mit allem für die Reise Erforderlichen vor deren Beginn versehen mußten. Die Unterkunftsräume in den Städten waren äußerst einfach, Betten u. s. w. hatten die Reisenden aus diesem Grunde gleichfalls bei sich.

Die große Heer- und Poststraße Sibiriens, der sogenannte Sibirische Trakt, beginnt in der Umgegend von Tjumen und führt über Omsk, Tomsk, Krasnojarsk, Irkutsk nach Stretensk. Die Fortsetzung der Reise fand auf der Schilka und dem Amur statt, im Herbst und Frühjahr, wenn das Eis nicht stark genug war, um einen Schlitten zu tragen und zu stark, um die Schiffahrt zu betreiben, war jede Verbindung mit dem Osten vollständig aufgehoben. Die Strecke von Tjumen bis Stretensk (4685 km) pflegten die Reisenden in 30 Tagen zurückzulegen. Die auf der Messe zu Nischny-Nowgorod gekauften Waren gelangten gewöhnlich erst nach vier Monaten in Irkutsk an. Der Verkehr auf dem Sibirischen Trakt war ein sehr bedeutender, der Wert der bewegten Gütermengen wird für die letzten Jahre zu 200 Millionen angenommen.

Auf dieser Straße verkehrte die Staatspost, deren Benutzung durch eine Menge Vorschriften geregelt war, die wie viele solcher Bestimmungen das Schicksal hatten, nicht innegehalten zu werden. Die Benutzung dieser Heerstraße war keineswegs zu allen Jahreszeiten empfehlenswert. Da die Straße nicht befestigt ist, so fuhren die Wagen tiefe Gleise ein. Ein Steckenbleiben oder gar Umfallen der Wagen war durchaus nicht etwas so Außergewöhnliches.

Der überaus kühne Gedanke, diese Poststraße durch eine Eisenbahnverbindung des europäischen Rußlands mit Sibirien zu ersetzen und so das ungeheure Land zu durchqueren, brach sich erklärlicherweise nur sehr langsam Bahn. Schon frühzeitig

hatte Rußland nach einem Besitz an der offenen Meeresküste gestrebt, dieses Streben fand aber in zufriedenstellender Weise erst im Jahre 1860 seine Erfüllung, und zwar durch die endgültige Zusprechung des Amur- und Ussuri-Gebiets seitens Chinas an Rußland in dem Vertrage von Peking. Seit diesem Abschluß tauchte die Frage nach einer festen Verbindung der neuen Erwerbungen mit dem Mutterlande immer wieder auf. Engländer und Amerikaner waren die Urheber der ersten Projekte, von denen das des Engländers Dull aus dem Jahre 1857 zur Anlegung einer Pferdebahn über Nischny-Nowgorod und Perm nach einem Hafen am Stillen Meer kaum ernst genommen werden konnte. Nach und nach nahm der Gedanke einer Eisenbahnverbindung mit Sibirien jedoch eine greifbare, praktische Gestalt an und allmählich hat sich derselbe zu einer Schienenverbindung mit dem am Japanischen Meere belegenen russischen Hafen Wladiwostok ausgewachsen.

Im Jahre 1876 waren bereits die Vorarbeiten in Angriff genommen, als sie durch den russisch-türkischen Krieg eine empfindliche Unterbrechung erlitten; ihre Wiederaufnahme erfolgte erst im Jahre 1882. Zu Beginn des Jahres 1885 wurde der Bau der Anfangsstrecke Samara-Ufa angeordnet, welche Strecke 1888 dem Verkehr übergeben werden konnte.

Die Herstellung des Ob-Jenisei-Kanals, der die Wolga mit dem Beikalsee in Verbindung brachte, ließ die Frage auftauchen, ob überhaupt eine durchgehende Eisenbahn erforderlich sei und ob man sich nicht vielmehr auf einzelne Abschnitte beschränken sollte, die eine besondere handelspolitische oder strategische Bedeutung besitzen.

Der Plan einer durchgehenden Bahn gewann jedoch immer mehr Anhänger. Gegen Ende 1890 war das russische Eisenbahnnetz in drei Linien nach Sibirien vorgeschoben. Die Ural-Eisenbahn erstreckte sich bis Tjumen, die Endstation der Samara-Slatoustbahn war Miaß und die Endstation der Samara-Orenburger Eisenbahn Orenburg.

Als Ausgangspunkt der großen Sibirischen Eisenbahn wurde nach eingehenden Erwägungen die Verlängerung der Samara-Slatoust-Eisenbahn nach Tscheljabinsk gewählt. In der Nähe dieses Ortes ist der Ural besonders reich an Erzen.

Der damalige Thronfolger, der jetzige Kaiser Nikolaus II., vollzog auf seiner Weltreise in Wladiwostok am 31. Mai 1891

den ersten Spatenstich. Die Arbeiten begannen nun gleichzeitig im Osten und Westen.

Seit seiner Thronbesteigung führt der jetzige Kaiser den Vorsitz in dem ständigen Ausschuß der Sibirischen Bahnen weiter, den er schon als Thronfolger inne hatte. Diesem Ausschuß gehören an: die Minister des Innern, des Ackerbaues, der Staats-Domänen, der Finanzen, der Wege, des Verkehrs, des Krieges und der Direktor der Admiralität. Dieses Komite wurde nicht mit Ausführungsbefugnissen ausgerüstet, sondern vielmehr lediglich als eine beratende Kommission eingesetzt. In zweifelhaften Fällen hatte sie dem Kaiser Bericht zu erstatten und dessen Meinung einzuholen.

Im Jahre 1893 wurde die Ausführung von dem Ministerium der Wege und des Verkehrs losgelöst und einer besonderen Abteilung unterstellt. Die Bauverwaltung der Sibirischen Eisenbahn, der Bauausschuß, leitet alle Bau-, Betriebs- und Verwaltungsgeschäfte der Bahn. Ihre ständigen Mitglieder sind der oberste Bauleiter und sein Gehilfe, zwei Abteilungsvorstände und ein Vertreter des Finanzministeriums. Diese Personen bilden den sogenannten Rat der Verwaltung. Mit der Betriebseröffnung gehen die fertiggestellten Strecken auf die allgemeine Staatseisenbahnverwaltung über.

In Übereinstimmung mit den übrigen russischen Bahnen wurde die weite Spur (1,525 m) der Ausführung zu Grunde gelegt.

Die Spurweiten der Eisenbahnen schwanken sehr bedeutend. Als Normalspur bezeichnet man eine solche von 1,435 m. Gleise, welche eine geringere Weite besitzen, nennt man Schmalspuren, Gleise mit größerer Weite bezeichnet man als weite Spur, die insbesondere Rußland eigen ist.

Man unterscheidet acht Sektionen der Sibirischen Eisenbahn, die nachstehend einzeln betrachtet werden sollen (Abb. 22).

I Westsibirische Eisenbahn von Tscheljabinsk—Ob (Pristan),
II. Mittelsibirische Eisenbahn von Ob (Pristan)—Irkutsk,
III. Baikalsee-Umgehungs-Eisenbahn von Irkutsk—Mysowskaja,
IV. Transbaikal-Eisenbahn von Mysowskaja—Stretensk,
(V. Amur-Eisenbahn von Stretensk—Chabarowsk,)
VI. u. VII. Nord- und Süd-Ussuri-Eisenbahn von Chabarowsk—Wladiwostok,
VIII. Ostchinesisch-russische Eisenbahn.

Die westsibirische Strecke hat keine bedeutenden Schwierigkeiten verursacht. Die Bahn durchschneidet fast durchgängig

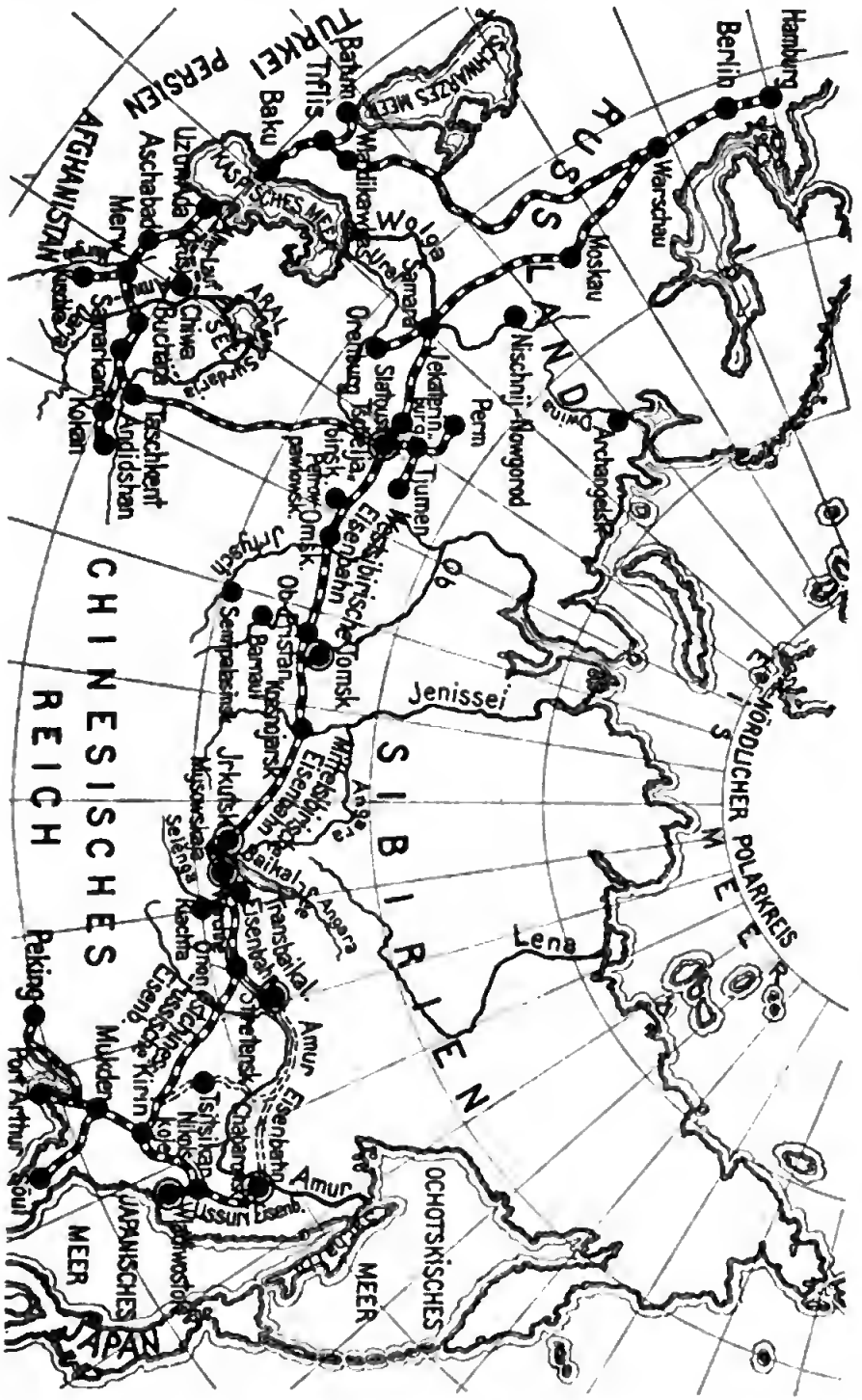

Abb. 22. Tageplan der Transkaspischen und Sibirischen Eisenbahn.

einen aus schwarzer Erde (Schwarz-Erde genannt) bestehenden fruchtbaren, ebenen Landstrich.

Auf der mittelsibirischen Strecke war ein von tiefen Schluchten zerrissenes Hügelland zu durchfahren. Die Überbrückungen des Ob, Tom und Jenisei erforderten bedeutende Bauwerke, besitzt doch letzterer eine Breite von 960 m. Zwölf Brücken dieser Strecke besitzen Gesamtlängen von 213—427 m. Die Brücke über den Jenisei beanspruchte allein 22 Mill. Mark.

Da es nicht wahrscheinlich schien, daß es möglich sein würde, die Umgehungsbahn um den Baikalsee ebenso rasch wie die übrigen Strecken zu vollenden, sind doch bei dem gebirgigen Charakter dieser Strecke (311 km) Futtermauern in beträchtlichem Umfange und ein im Gefälle liegender Tunnel von 3735 m Länge herzustellen, so hat man hier zunächst eine Fährverbindung über den See hergestellt. Der See ist zehn Monate eisfrei. Die Fähre, deren drei Dampfmaschinen zusammen eine Stärke von 4000 Pferden besitzen, ist in derselben Weise, wie eine solche an der dänischen Küste in Thätigkeit ist, zur Ausführung gebracht. Sie kann gleichzeitig im Winter als Eisbrecher benutzt werden, zu welchem Zweck zwei Schrauben am Heck und eine am Bug angebracht sind. Letztere erleichtert das Aufbrechen des Eises. Am 27. Januar 1900 machte die Fähre ihre Probefahrt.

Der Baikalsee ist 60 mal so groß wie der Bodensee und doppelt so groß wie das Großherzogtum Baden. Auf dem See herrschen zuweilen ganz außerordentlich starke Stürme, so daß die Schiffahrt häufig mit ernsten Gefahren verbunden ist. Die Fähranlage beanspruchte $6\frac{1}{2}$ Millionen Mark; mit dem Fahrprahm werden gleichzeitig 25 Güterwagen mit einem Gewicht von 500 t übergesetzt werden. Für den Fall, daß das Eis so stark wird, daß der Eisbrecher es nicht mehr zu durchbrechen vermag, ist eine auf der Eisdecke zu verlegende elektrische Bahn in Aussicht genommen. Ob die Fähre alle in sie gesetzten Hoffnungen erfüllen wird, muß vorläufig dahingestellt bleiben.

Die Transbaikalbahn weist unter anderen Bauwerken eine 971 m lange Brücke über die Selenka auf. Nach Durchschneidung der Chilka-Ebene erklimmt die Bahn den 1129 m über dem Meere liegenden Paß des Jablonoi-Gebirges, die Wasserscheide zwischen dem Nördlichen und dem Stillen Ozean. Der erste Teil der Bahn ist bereits 1895 in Betrieb genommen, die ganze Strecke ist jetzt ebenfalls fertig gestellt.

Nach dem ursprünglichen Plan sollte die Sibirische Eisenbahn über Stretensk in der Richtung des Schilka- und Amurthals geführt werden und zwar als sogenannte Amurbahn, wodurch das Bindeglied zwischen der Transbaikalischen und der Ussuri-Bahn geschaffen worden wäre. Angeblich führten die, allerdings wohl zu erwartenden Schwierigkeiten dieses Bahnbaues dazu das Augenmerk auf eine Verbindung des Punktes Nikolskoye mit Stretensk, unter Benutzung chinesischen Gebietes, zu richten. In Wirklichkeit dürfte die geschickte Benutzung der politischen Lage durch Rußland als Grund anzusehen sein, daß die Amurbahn zunächst oder vielleicht auch für immer unausgeführt bleibt. Durch das Eingreifen Rußlands zu Gunsten des durch die kriegerischen Erfolge Japans schwer gedemütigten Chinas bei dem Friedensschluß von Schimonoseki und durch die Gewährung einer Anleihe von 400 Millionen Francs hatte sich Rußland eine Vorzugsstellung zu sichern gewußt, die es nicht unausgenutzt ließ.

Am 8. September 1896 wurde mit der chinesischen Regierung ein Vertrag über die Begründung einer Ostchinesischen Eisenbahngesellschaft abgeschlossen, die im Anschluß an die Transbaikalbahn von einem Punkte der chinesischen Westgrenze in der Provinz Holunkiang bis nach einem Punkte der Provinz Kirin die Bahnverbindung mit Wladiwostok herstellen und verwalten soll. Die Gesellschaft der Chinesischen Ostbahn hat ihren Sitz in St. Petersburg und in Peking. Ihr dürfen nur russische und chinesische Aktionäre angehören und auch der Vorstand umfaßt nur Russen und Chinesen. Der erste Vorsitzende ist ein Chinese, dem zweiten Vorsitzenden, einem Russen, ist ausdrücklich die Leitung des ganzen Bahnunternehmens übertragen. Die Konzessionsdauer der Gesellschaft, die im übrigen gleichzeitig das Recht erhalten hat Bergwerke und industrielle Unternehmen im Bereich der Ostbahn zu betreiben, ist 80 Jahre. Die chinesische Regierung hat zwar das Recht erhalten, die Bahn nach 36 Jahren anzukaufen, aber es ist nicht anzunehmen, daß Rußland je wieder die Kontrolle über die Bahn aus seinen Händen geben wird. Die neue Verbindungslinie würde eine Abkürzung von 500 km im Gefolge haben. Der Bahnbau, der in der Ausführung begriffen ist, wird mancherlei Schwierigkeiten bereiten, da weite Sumpfgebiete und Gebirgsgegenden zu durchschneiden sind (s. Abb. 23).

Digitized by Google

Die Länge der Transmandschurischen Bahn mit ihrer südlichen Zweiglinie beträgt 2430 km. Die Bahn zweigt sich im südöstlichen Transbaikalien von der Transbaikalischen Bahn ab und tritt in chinesisches Gebiet bei Nagadan ein. Sie führt von da ab bis zur Stadt Chailar, durchläuft auf 300 km die dem mächtigen Gebirgsrücken des Chingan vorgelagerte Hochfläche, der durch zwei mächtige Tunnel durchbrochen werden soll. Nach

Abb. 28. Landschaftsbild aus der Mandschurei.

Durchschneiden des Chingangebirges tritt die Bahn in das Thal des Namiflusses, den sie südlich der Stadt Tsitsikar überschreitet. Sie setzt die Richtung nach Süden fort bis zu dem Flußlaufe des Sungari. Letzteren übersetzt sie bei Charbin. Nachdem der Flußlauf des Mudan-zsjam überschritten worden, wendet sich die Bahn in östlicher Richtung nach dem russischen Ussurigebiet, um Anschluß an die Ussurische Eisenbahn zu gewinnen. Ehe aber die Ostchinesische Eisenbahn das Ussurigebiet erreicht,

zweigt sich bei dem schon genannten Charbin in der Mandschurei eine Linie derselben nach Süden ab, um über Tschantu-su, Mukden und Fu-hou nach Port Arthur beziehungsweise Ta-lien-wan zu gelangen. Letzteres ist jetzt zu einer Stadt namens Dalnii erweitert worden und wird durch eine kleine Zweigbahn mit Port Arthur verbunden. Die Halbinsel Kwang-tung, auf der Port Arthur und Dalnii liegen, ist durch Vertrag vom 27. März 1898 auf 25 Jahre in russischen Besitz übergegangen.

In der Nähe von Kirin durchbricht die Bahn die chinesische Mauer, die oft genannte, von den Chinesen gegen die Mongoleneinbrüche erbaute Schutzwehr (Abb. 26, S. 89.)

Der Bahnbau ist von beiden Enden und von der Mitte aus in Angriff genommen und es bestand die Aussicht, den Bau noch früher wie kontraktlich bestimmt (1902), fertigzustellen, wenn nicht inzwischen die chinesischen Wirren eingetreten wären. Chinesische Truppen haben an verschiedenen Stellen die Bahnlinie zerstört und das Baupersonal zum Aufgeben der Arbeiten genötigt. Inzwischen ist jedoch bereits durch russisches Militär Ruhe und Ordnung wieder hergestellt worden und die Arbeiten sind wieder aufgenommen.

Die Ussuri-Eisenbahn. Die Ussuriprovinz ist mit Ausnahme der Ebene am Ussuri und Chankasee von Gebirgsketten, hohen Felskämmen und tiefen Thälern durchzogen, die jeglicher Vegetation entbehren. Der Ackerbau liefert ein schlechtes, ungesundes Getreide und die Ausnutzungsbestrebungen sind daher auf den Fischreichtum der Gewässer gerichtet; daneben kommen Jagd und Bergbau in Frage.

Im Entwurf waren die Bahnstationen nach landesüblicher Art mit Namen bezeichnet, die zum Teil ganz willkürlich entstanden waren. Man ist dazu übergegangen, die Stationen nach den bei dem Bahnbau thätig gewesenen Ingenieuren zu bezeichnen, so z. B. Wjasemskaja nach Wjasemsky.

Der Bau der Ussuribahn (Abb. 24 u. 25) hatte mit vielerlei Schwierigkeiten zu kämpfen. Die Strecke längs des Chankasees zwischen der russischen Küstenprovinz und der chinesischen Mandschurei ist gänzlich unbewohnt. Das Planum ist mehrfach in dem sumpfigen Terrain vollständig versunken. Infolge der Hitze und der giftigen Ausdünstungen der am Chankasee und an den Quellflüssen des Ussuri liegenden Sumpfgebiete war die

Digitized by Google

Sterblichkeit unter den Arbeitern (Chineſen, Koreaner und ruſſiſche

Abb. 24. Sibiriſche Eiſenbahn (Südufuri-Bahn).

Sträflinge) ſehr groß. Mächtige Schwärme von Stechfliegen trugen dazu bei, den Arbeitern den Aufenthalt noch mehr zu

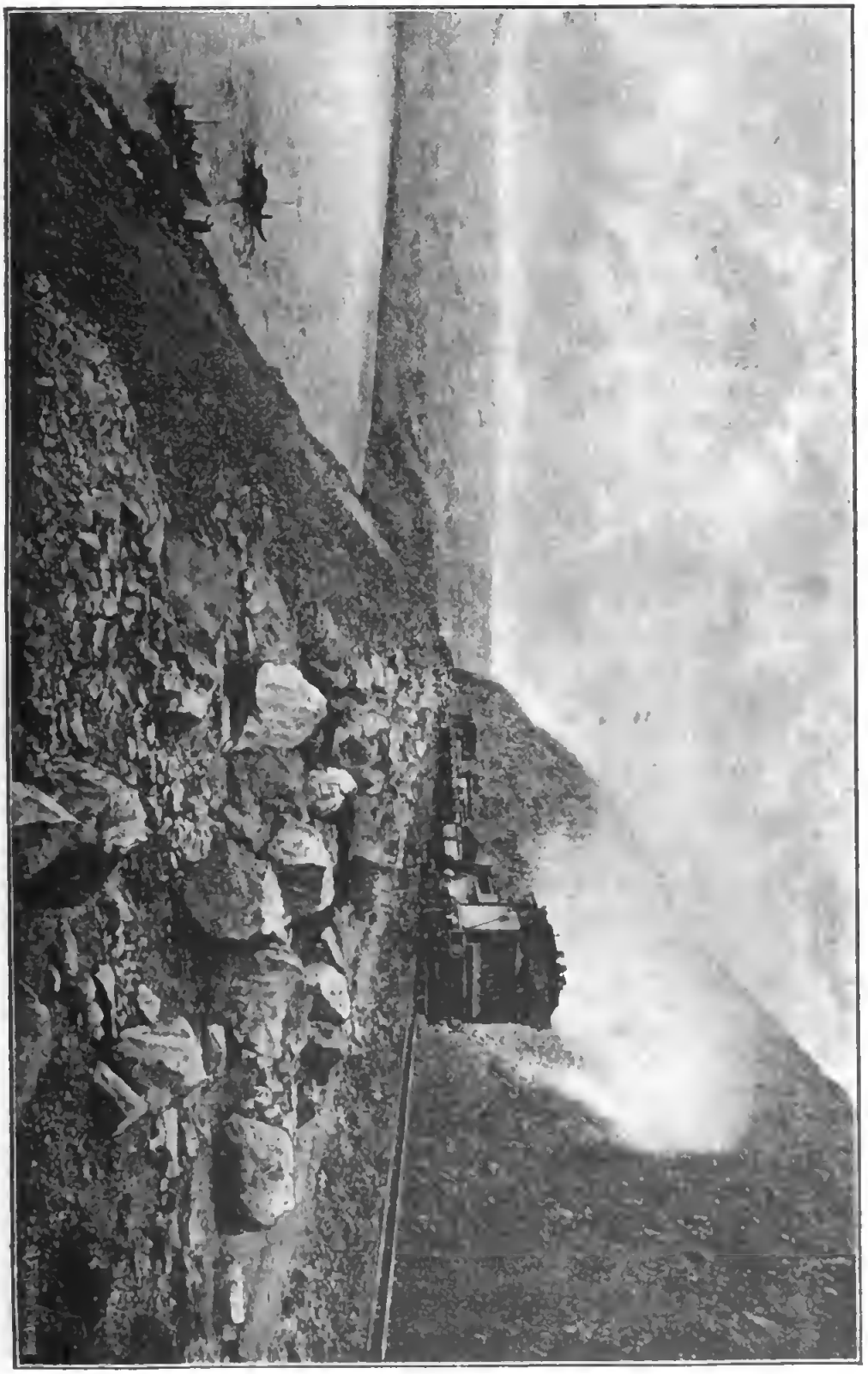

Abb. 25. Sibiriſche Eiſenbahn (Sidoufuri-Bahn).

Digitized by Google

verleiden. Im November und Dezember herrschte eine Kälte von 40° R, die in Verbindung mit einem Nordoststurm den Leuten ebenso stark zusetzte, wie im Sommer die große Hitze. Trotz dieser sehr ungünstigen Verhältnisse ist der Bau programmgemäß vollendet worden.

Die Aufgabe, den an der Sibirischen Bahn entlang liegenden Landstrich durch den Bau von Zweigbahnen weiter aufzuschließen, ist ebenfalls bereits in Angriff genommen, indem die Bahn Taiga—Tomsk schon seit längerer Zeit dem Betrieb übergeben ist und Vorbereitungen für die Linien:

Omsk—Semipalatinsk,
Ob—Barnaul,
Werchne—Udinsk über Seleginsk nach Kiachta,
Nonni—Blagowjetschensk

getroffen sind.

Gelingt es im Laufe der Jahrzehnte das an der Bahn entlang liegende Land bis auf eine beiderseitige Tiefe von nur je 200 km aufzuschließen, so wird durch die Bahn einst ein Kulturgebiet von mehr als 2000000 qkm erschlossen, d. h. ein Gebiet von der vierfachen Flächengröße des Deutschen Reiches.

Es kann nicht wundernehmen, daß in immer stärkerem Grade der Gedanke auftaucht, die beiden gewaltigen Eisenbahnen, die transkaspische und transsibirische, untereinander in Verbindung zu setzen.

Um diese Verbindung zu schaffen, liegen Projekte für eine Bahn von Tscheljabinsk nach Taschkent (1835 km) und von Petrowpawlowsk nach Taschkent (1574 km) vor.

An Zufahrbahnen sind außerdem bereits gebaut resp. vorgearbeitet:

1. Die Bahn Tscheljabinsk—Kotlas, von welcher die Strecke Tscheljabinsk—Perm seit dem 1. Dezember 1895 in Betrieb ist. Diese Bahn ist in Verbindung mit der Dwina berufen das sibirische Getreide dem am Weißen Meer belegenen Hafen Archangelsk zuzuführen:

2. die Bahn Tjumen—Jekaterinenburg—Nishny-Nowgorod. Die Bahn besteht bereits bis Jekaterinenburg.

Man darf natürlich an die Sibirische Bahn nicht die Ansprüche stellen, die wir bei uns gewohnt sind erfüllt zu sehen. Derartige Verhältnisse werden sich bei der Sibirischen

Bahn erst allmählich einstellen und zwar mit fortschreitendem Anbau und einer damit immer mehr steigenden Ausnutzung der Bahn.

Um das Riesenwerk in seiner Fertigstellung zu beschleunigen und um die Bahn so billig wie möglich herzustellen, ist ein einfacheres Bausystem als bei den europäischen Bahnen zur Ausführung gekommen. Man hat leichtere Schienen verlegt, einfache Stationsgebäude errichtet, einen schmaleren Bahnkörper geschüttet. Eigene Walzwerke und Cementfabriken 2c. sind in Verbindung mit dem Bau der Sibirischen Eisenbahn entstanden. Um die nötige Arbeiterzahl zu erhalten, ist die russische Regierung dazu geschritten, Verbrecher bei den Bahnbauten zu beschäftigen und wurde den zu schwerer Arbeit Verurteilten gestattet ohne Ketten zu arbeiten. Auf der Südussuri-Eisenbahn haben etwa 2000 Zwangssträflinge der Insel Sachalin gearbeitet, die sich jedoch nicht bewährt haben sollen. Günstiger waren die Verhältnisse bei der Mittelsibirischen Bahn. Die Gefangenen erhielten Vergünstigungen, indem ihnen die Baujahre bis zum doppelten Betrage angerechnet wurden.

Die gesamten Eisenbahnanlagen werden mit Ausnahme der sogenannten Kunstobjekte (Brücken, Tunnel 2c.) in Regie von der russischen Regierung gebaut.

Bei den herrschenden klimatischen Verhältnissen kann pro Jahr nur auf eine Bauzeit von 180 Tagen gerechnet werden. Da eine Bauzeit von 13 Jahren in Aussicht genommen ist, so dürften etwa ständig 12000 Arbeiter thätig sein. Genaue Angaben über die Zahl der beschäftigten Arbeiter liegen nicht vor.

Die klimatischen Verhältnisse, in erster Linie die starke andauernde Kälte, verursachen erklärlicherweise große Schwierigkeiten. Der Boden wird infolge der Kälte stahlhart, die Erdarbeiten müssen dann eingestellt werden. In West- und Ostsibirien ist es allerdings möglich gewesen die Arbeiten auch während des Winters fortzusetzen. Im Jablonoigebirge (Transbaikalbahn) ist dagegen selbst im Sommer die Temperatur selten höher als — 5° C. Die Temperaturschwankungen an einem Tage sind unglaublich groß, sie betragen im Juni und Juli bis zu 30° C. Die Folgen dieser ungewöhnlichen Wärmeschwankungen auf die Arbeiter sind erklärlicherweise sehr ungünstige. Der Boden taut hier höchstens bis zu einem halben Meter auf.

Die große Zahl Flüsse, die zu kreuzen sind, bedingten nicht nur infolge der vielen Brückenbauten Kosten und verursachten durch diese Bauten Schwierigkeiten, sondern die Hochwasserverhältnisse dieser Flüsse sind auch sehr ungünstige. Der Wasserstand steigt manchmal 4—8 m über den Nullpunkt. Viele hohe Dämme waren daher aufzuführen, die durch die häufig sehr schweren Regenfälle bedeutenden Schaden erleiden und umfangreiche Unterhaltungsarbeiten bedingen.

Das Riesenhafte des ganzen Unternehmens geht deutlich aus den nachstehenden Zahlen hervor. Die ursprünglich geplante Eisenbahntrace mit der Amurbahn hätte eine Länge von 7560 km erhalten. Die jetzige Trace ist 6629 km lang, d. h. noch immer fast doppelt so lang als die Eisenbahnstrecke von Lissabon über Paris, Berlin nach Eydtkuhnen (3937 km). 98 040 ha Land sind für den Bahnbau erforderlich, 16 073 ha Wald müssen beseitigt werden. Die Erdarbeiten belaufen sich mit Ausnahme derjenigen der Ussuribahnen auf 91 300 000 cbm (zum Vergleich sei angeführt, daß der Kaiser Wilhelm-Kanal mit seinem breiten Kanalbett nur 81 000 000 cbm Erdbewegung erfordert hat).

Die Länge der Brücken beträgt aneinander gereiht 50 km (etwa 6—7 Meilen), die Länge der gegen Schneeverwehungen angelegten oder noch anzulegenden Anlagen ist 910 km (über 100 Meilen). Auf der ungeheuren Strecke von Tscheljabinsk bis Wladiwostok kommen zunächst höchstens insgesamt 200 Stationen zur Errichtung, so daß die durchschnittliche Entfernung zweier Stationen voneinander 35 km beträgt (in Deutschland ist dieses Maß 5 km).

An dem Schienenstrang entlang sind umfangreiche Ansiedelungen erfolgt und mannigfache Be- und Entwässerungsanlagen geschaffen worden, ebenso sind artesische Brunnen in größerer Zahl gebohrt worden. Die Torfmoore werden der Benutzung entgegengeführt. Ein gut durchgeführter Überwachungsdienst der gesundheitlichen Verhältnisse ist organisiert und zahlreiche Kirchen und Schulen sind bereits für die Arbeiter und Ansiedler entstanden.

Der Bauzustand ist gegenwärtig folgender:

Der westliche Schienenstrang reicht bis zum Baikalsee. Auf diesem See sowie auf dem Amur von Stretensk bis Chabarowsk verkehren Dampfer. Die Verbindung von Chabarowsk

nach Wladiwostok (Nord- und Süd-Ussuri-Bahn) ist seit 1897 fertig und im Betrieb. Das Bindeglied von Mysowskaja bis Stretensk wurde am 1. Juli 1900 in regelmäßigen Betrieb genommen. Während der Schiffahrtszeit ist somit eine direkte Verbindung zwischen Rußland und dem Stillen Ozean geschaffen und der langersehnte Wunsch hat, wenn auch noch nicht in der definitiven Weise, seine Erfüllung gefunden.

Fragen wir nun, zu welchem Zeitpunkte man voraussichtlich von Petersburg und somit von allen westlich dieser Stadt gelegenen Orten direkt nach Peking mit der Eisenbahn gelangen können wird, so lautet die Antwort, daß die russischen Ingenieure früher hofften, das Werk der Sibirischen Bahn bis zum Jahre 1902 zu vollenden. Da bis zu diesem Zeitpunkte die chinesischen Anschlußbahnen vielleicht ebenfalls fertiggestellt sein werden (s. diese im nächsten Kapitel), so wird es jedenfalls sehr bald möglich sein, von Paris nach Peking, zu welcher Reise man bisher 41 Tage bedurfte, in etwa 19 Tagen zu gelangen und zwar auf weite Strecken in dem transsibirischen Luxuszuge, den man auf der Weltausstellung Paris 1900 bewundern konnte. Diese Zeitdauer wird mit der fortschreitenden Ausgestaltung der Bahn eine allmähliche Verringerung erfahren. Die bequemste Reiseroute wird dann folgende sein: Paris—Köln—Berlin—Alexandrowo—Warschau—Moskau—Tula—Samara—Tscheljabinsk—Irkutsk—Wladiwostok.

Der bereits jetzt verkehrende Expreßzug, zu dem ein sehr starker Andrang stattfindet, hat nachstehende Zusammensetzung. Von den fünf Waggons ist einer für Passagiere erster Klasse bestimmt, zwei für solche zweiter Klasse, der vierte Wagen ist ein Speise- und der fünfte ein Gepäckwagen. Die gesamte Einrichtung ist den modernsten Ansprüchen angepaßt. Der Baderaum ist mit Turnapparaten ausgestattet, die Bibliothek enthält Werke in verschiedenen Sprachen, ein Klavier sowie eine Anzahl Noten stehen zur Verfügung, daneben liegen Ansichtsbücher aus. Ein Eisraum ist in dem Zuge und Apparate sind aufgestellt, in welchen durch Dampf Wasser gekocht werden kann, da die Russen bekanntlich sehr an die Theebereitung gewöhnt sind. In den Wagen wird auf Platten angezeigt, wie viel Minuten Aufenthalt an den einzelnen Stationen ist. Gegen den Staub, die Hitze und namentlich gegen die Kälte sind besondere Maßregeln getroffen, wie Doppelfenster und Heizanlagen. Elektrisches

Licht, auch in der Form besonderer Leselampen, erhellt des nachts den Zug. Ein Zugbegleiter, welcher der russischen, englischen, deutschen und französischen Sprache mächtig ist, giebt alle gewünschten Auskünfte. Da manche Strecken der Bahn, so namentlich dort, wo diese den sibirischen Urwald durchschneidet, infolge der hier vorhandenen großen Zahl von Vagabunden und geflüchteten Sträflinge der Gefahr von Überfällen ausgesetzt sind, so ist das Bahnpersonal mit Waffen ausgerüstet und die Polizeimannschaft wesentlich verstärkt worden. Zum Schutze der Ussuribahn gegen thunguſische Räuberbanden ist ein besonderes Eisenbahnbataillon formiert und an der Ostchinesischen Bahn hält ein Kordon aus russischen Kosaken die Überfälle räuberischer Mongolenhorden ab.

Der Luxuszug verkehrt seit dem 1. April 1898 alle 14 Tage zwischen Moskau und Tomsk. Es verkehren außerdem zwischen Tscheljabinsk und Omsk sieben und zwischen Omsk und Kraßnojarsk vier Doppelzüge. Befördert sind im ersten Jahr auf der Strecke Tscheljabinsk—Omsk 200 000 Personen. Die Strecke von Tscheljabinsk bis Tomsk wird in $60\frac{1}{3}$ Stunden, d. h. mit der geringen stündlichen Geschwindigkeit von 20 km zurückgelegt. Diese geringe Geschwindigkeit ist eine Folge des leichten Unterbaues.

Wie für die Gesunden, so wird auch für die Kranken Sorge getragen, indem besondere Krankenwagen vorhanden sind. Dieselben sind mit allem Erforderlichen ausgestattet. Die Züge, welche Ansiedler transportieren, werden von einem Heilgehilfen begleitet.

Von allen Bahnen dürfte wohl die Sibirische die einzigste sein, die über einen Kirchenwaggon verfügt. Die Linie der Bahn durchläuft Strecken, die zum Teil zwar wohl besiedelt sind, deren Bewohnerschaft jedoch noch nicht so dicht ist, daß innerhalb dieser Ansiedlungen Kirchen entstehen könnten. Um dem zu Tage getretenen Bedürfnis nach Religionsübungen zu genügen, ist mit einem Kostenaufwand von 25 000 Rubel ein Kirchenwaggon erbaut worden, der außen das Aussehen eines Wagens erster Klasse, jedoch ovale Fenster besitzt. Im Innern ist derselbe mit poliertem Holze bekleidet und mit einem kunstvoll aus Eichenholz geschnitzten Altar sowie mit gemalten Heiligenbildern versehen. Außer dem Kirchenraum enthält der Kirchenwagen ein Abteil für den Geistlichen und für den Kirchendiener.

Als Reisende kommen in Betracht Kaufleute, Beamte, Truppen, Auswanderer und Verbannte. Die Zahl der Auswanderer wird namentlich bei der Unterstützung, welche die Regierung den Ansiedlern zuteil werden läßt, auf Jahre hinaus eine ständig wachsende sein und der Bahn auf lange Zeit einen gewissen Verkehr sichern. Für die Verbannten gewährt die Eisenbahn eine große Erleichterung. Bisher mußten diese Unglücklichen von Tomsk aus, wohin sie per Bahn resp. per Schiff gelangten, die Weiterreise zu Fuß auf dem Sibirischen Trakt zurücklegen. Dieser Marsch beanspruchte bis zu dem Endpunkte, Irkutsk, volle 100 Tage und war für die schlechtgekleideten und genährten, in vielen Fällen schon durch längere Haft ermatteten, an den Füßen zudem gefesselten Gefangenen eine ganz fürchterliche Strapaze.

Es war nichts Ungewöhnliches, daß zahlreiche der zu Transportierenden den Qualen erlagen, die Sterblichkeit betrug durchschnittlich etwa 15%, d. h., da jährlich etwa 19000 Gefangene nach Sibirien in die Verbannung geschickt werden, so gingen jährlich fast 3000 Menschenleben verloren. Jetzt beansprucht der Transport von Tomsk nach Irkutsk etwa drei Tage, so daß auch in dieser Beziehung die Bahn sehr segensreich wirkt.

Die Fahrpreise sind sehr niedrig gestellt. Es kostet von Tscheljabinsk bis zum Ob

ein Billet	erster	Klasse	55,00	Mk.
= =	zweiter	=	33,00	=
= =	dritter	=	22,00	=
= =	vierter	=	18,80	=

d. h. pro km 3,66; 2,32; 1,55; 1,32 Pf.

in Deutschland = = 9,00; 6,00; 4,00; — =

Auf den Handel wird naturgemäß die Sibirische Bahn ihren Einfluß in sehr weitreichendem Maße erstrecken. Sie wird manche Güter, die bisher den Seeweg aufsuchten, an sich ziehen, jedoch nur so weit es sich um wertvolle Waren handelt, also in erster Linie Thee und Seide, die den höheren Eisenbahnfrachtsatz vertragen können. Die minderwertigen Massengüter werden auch weiterhin den billigen Seeweg aufsuchen. Neben dem Weltdurchgangsverkehr wird aber der lokale Verkehr eine ständig steigende Zunahme erfahren.

Wenn auch bei diesem gewaltigen Unternehmen gewiß militärische und politische Gesichtspunkte nicht ganz ohne Einfluß waren, so bilden doch andererseits die Produkte und Schätze Sibiriens einen Faktor, der die Entstehung der Riesenschöpfung stark beeinflußte. Die fruchtbaren Gefilde Sibiriens haben auch bisher reichen Ertrag gewährt, aber die Mittel fehlten, diese Güter dem Weltmarkt zuzuführen. Die große Sibirische Eisenbahn wird sich allmählich zu einer Welthandelsstraße entwickeln und voraussichtlich die internationalen Verkehrsbeziehungen zwischen den westeuropäischen Staaten und China und Japan wesentlich beeinflussen. Namentlich der Anschluß chinesischer Handelsplätze an die Bahn durch Zweigbahnen wird aller Voraussicht nach einen günstigen Einfluß ausüben.

Darüber, daß dieses weit gesteckte Ziel nicht leicht zu erreichen sein wird, sind sich die maßgebenden Personen resp. Kreise klar. Bis es gelingen wird, einen nennenswerten Teil des Welthandels mit Ostasien den europäischen Seemächten zu entwinden und dem Sibirischen Schienenweg zuzuführen, wird noch eine lange Zeit verstreichen und manches Hindernis aus dem Wege zu räumen sein. Ein unbedingtes Erfordernis ist hierbei eine derartige Festsetzung der Eisenbahntarife, daß sie mit den Sätzen der Seeschiffahrt, wenn auch nur für gewisse Artikel, in Konkurrenz treten können.

Die Urteile über das zweifellos große Unternehmen lauten sehr verschieden. Wenn man die zum Teil sehr ungünstigen und absprechenden Urteile einzelner englischer Reisenden hört, so mischt sich unwillkürlich das Gefühl ein, daß diese als objektive Kritiker kaum zu betrachten sein dürften. Andererseits muß jedoch zugegeben werden, daß auch mancher Engländer das Großartige des Planes einer Verbindung Rußlands mit dem offenen Ozean anerkannt und der Ansicht Ausdruck verliehen hat, daß dieses Unternehmen zu den bedeutendsten des 19. Jahrhunderts zu rechnen ist.

Ob es allerdings richtig war für die Bahn ein so leichtes Schienenprofil zu wählen, wie solches mit Rücksicht auf die Kosten geschehen ist, erscheint zweifelhaft. Hierdurch ist die Geschwindigkeit der Züge auf ein verhältnismäßig sehr geringes Maß eingeschränkt (21,34 km) und naturgemäß der Wettbewerb dieser Welttransitlinie mit dem Wasserweg erschwert. Für die Chinesische Ostbahn und für die Bahn östlich des Baikalsees ist

bereits eine schwerere Schiene in Verwendung, auf einzelnen der übrigen Strecken wird ebenfalls eine Auswechslung vorbereitet. Ingenieur Wasiljew bezeichnet wohl mit Recht einen billigen Tarif und eine Geschwindigkeit der Personen- und Güterzüge für wertvolle Ladungen von 53 resp. 43 km in der Stunde, wodurch die Möglichkeit gegeben wäre St. Petersburg von Wladiwostok aus in 12 bis höchstens 14 Tagen zu erreichen, als die Bedingungen, um die Sibirische Bahn wirklich zur Welttransitbahn zu machen.

Durch die eingetretenen Wirren in China ist der Bau und namentlich der Betrieb der Sibirischen Eisenbahn stark in Mitleidenschaft gezogen worden.

Auf Verfügung des Ministers der Wegebauten sind wegen des verstärkten Verkehrs zahlreiche Lokomotiven und Wagen von den Bahnen des europäischen Rußlands (Riga—Orël, Riga—Pleskau, Baltische und Südost-Bahn) nach den sibirisch-mandschurischen Bahnstrecken übergeführt und viele Maschinisten und Heizer angestellt worden. Durch diese Maßnahmen hat man es erreicht, daß jetzt auf den sibirischen Bahnstrecken sieben Paar Züge in 24 Stunden verkehren können. Zur Zeit werden auf den sibirischen Bahnstrecken fast ausschließlich Militärzüge befördert. Alle Übersiedler werden in Tscheljabinsk zurückgehalten.

Eine Verfügung des Ministers macht die Sibirienreisenden darauf aufmerksam, daß wegen der Militärbeförderung Personenzüge ganz unregelmäßig verkehren und die Beförderung der Privatgüter auf der Samara-Slatouster und Sibirischen Eisenbahn ohne Verantwortung für rechtzeitige Abfertigung und Zustellung stattfindet.

Um die Leistungsfähigkeit der Bahn weiter zu erhöhen, sind größere Geldsummen zur Verfügung gestellt worden; in erster Linie sollen der Unterbau und die hölzernen Brücken der Central-Sibirischen und Transbaikal-Sektion verstärkt und das zu leicht befundene Schienenprofil gegen ein schwereres umgetauscht werden.

Über den Kostenaufwand dieses Riesenunternehmens heißt es am Schluß der von der Kanzlei des Ministerkomitees für die Pariser Weltausstellung bearbeiten Schrift „Die Große Sibirische Eisenbahn“:

„Im großen und ganzen wird der Kostenaufwand für die mit russischen Kräften und mit russischem Gelde (in Sibirien

— von der ruſſiſchen Regierung, in den chineſiſchen Grenzgebieten — von einer ruſſiſchen Privatgeſellſchaft) erbaute Sibiriſche Eiſenbahn und die Chineſiſche Oſtbahn nebſt allen ihren Abzweigungen und Hilfsunternehmungen 1 700 000 000 Mk. überſteigen, davon waren bis 1900 bereits über 1 100 000 000 Mk. verausgabt und 265 000 000 Mk. für das Jahr 1900 angewieſen worden. So groß auch dieſer Koſtenbetrag an ſich ſein mag, er erſcheint doch geringfügig gegenüber den Vorteilen, die durch die Nutzbarmachung des kürzeſten Verkehrsweges zwiſchen dem Atlantiſchen und dem Stillen Ozean, bei gleichzeitiger Erſchließung der reichen Produktivkräfte Sibiriens und der Entwicklung des Handelsverkehrs Rußlands mit dem oſtaſiatiſchen Ländern, für das ruſſiſche Reich in Ausſicht ſtehen."

VI. Kapitel.

Chinesisches Verkehrswesen, insbesondere die Entwicklung der chinesischen Eisenbahnen.

Das Land der Mitte, China, gehört zu den ältesten Kulturländern; die chinesischen Annalen gehen mehrere Jahrtausende vor unsere Zeitrechnung zurück. Durch Gebirge, Wüsten, Steppen und das Meer abgeschlossen, hat sich hier eine eigenartige Kultur entwickelt, die während eines langen Zeitraumes vor der Berührung mit anderen Kulturcentren ängstlich und erfolgreich bewahrt und behütet wurde.

Diese Abgeschlossenheit konnte nur sehr langsam durchbrochen werden. Die Eindringungsversuche begannen vom Meere aus. Über die ältesten Seebeziehungen Chinas zum Westen sind die Nachrichten bis jetzt noch ziemlich dürftig und unsicher. Im neunten Jahrhundert n. Chr. gelang es den Arabern einen Austausch der Schätze Chinas gegen die Erzeugnisse des Westens ins Werk zu setzen und in Kanpu oder Kanfu eine bedeutende Niederlassung zu gründen. Bald jedoch mußte dieselbe und zwar nach einem furchtbaren Blutbade wieder aufgegeben werden.

Um sich gegen das Eindringen fremder Völker zu sichern, ward auf der Strecke im Norden, auf welcher der von der Natur gewährte Schutz nicht ausreichend war, ein künstliches Bollwerk, die große Mauer, geschaffen, ein Werk, das hinsichtlich seines Umfanges zu den größten Schöpfungen der Menschen gerechnet werden muß. Diese Sicherung versperrte, wenn auch nicht für immer, den aus dem Innern Asiens hervorbrechenden Nomadenvölkern den Zugang. Statt nach Osten wälzten sich diese mordenden und brennenden Scharen zunächst nach Westen, ihren Weg durch die Zerstörung blühender Städte (Samarkand, Buchara, Merw) und unzähliger Menschenleben bezeichnend.

Die große Mauer ist heute noch in der Hauptsache erhalten. Der bekannteste Punkt ist die Stelle beim Nankou-Paß, nördlich von Peking, woselbst die Mauer von den Europäern gewöhnlich in Augenschein genommen wird (Abb. 26).

Die Unterwerfung der Chinesen durch die Mongolen hatte nur vorübergehend eine Änderung in der Abschließungspolitik im Gefolge. Erst in der Neuzeit gelang es eine, wenn auch engbegrenzte Erschließung des Landes herbeizuführen. Es ist das unbestrittene Verdienst der Engländer, diese Erschließung Chinas für die Fremden in die Wege geleitet zu haben. Durch den Vertrag von Nanking im Jahre 1842 wurden fünf Küstenplätze dem Fremdhandel geöffnet. Während sich Chinas Erschließung für die Fremden bis vor kurzem fast ausschließlich nur auf Plätze am Meere erstreckte, ist seit wenigen Jahren eine lebhafte Bewegung eingetreten, an der sich eine größere Anzahl Völker beteiligen und deren Endziele die Gesamterschließung Chinas für den Kaufmann, den Industriellen und den Bergmann und die Übertragung der Kultur des Westens in das in eine schwere Niedergangsperiode eingetretene himmlische Reich sind.

Das zum mächtigsten Nachbar Chinas gewordene Rußland dringt heute von zwei Punkten aus unaufhaltsam vor und auf beiden wird diese Bewegung durch Eisenbahnen, (die Transkaspische und die Sibirische Bahn mit ihrer Abzweigung durch die Mandschurei) außerordentlich unterstützt. Wenn auch nicht in so mächtiger und erfolgreicher Weise wie die Russen im Westen und Norden, so sind doch die Franzosen und Engländer emsig bemüht, im Süden ihre Interessensphären auszudehnen. Auch Deutschland hat den gelungenen Versuch gemacht, in China festen Fuß und zwar im Osten (in Kiautschou) zu fassen. Eine Folge dieses Vorwärtsdringens zu Lande ist der Rückgang der politischen und wirtschaftlichen Vorherrschaft Englands, die wesentlich auf der früheren fast ausschließlichen Zugänglichkeit Chinas vom Meere aus beruhte.

In dem, durch die inzwischen eingetretenen Wirren allerdings in unliebsamer Weise unterbrochenen Aufschließungsprozeß hatte die Eisenbahn bereits begonnen eine bedeutungsvolle Rolle zu spielen. Nicht mit Unrecht wurde wohl die Anschauung vertreten, daß China in der Entwicklung seiner reichen Hilfsmittel deshalb soweit zurückgeblieben sei, weil sein

Abb. 28. Chineſiſche Mauer.

Digitized by Google

inneres Verkehrswesen, so lebhaft und bedeutend dasselbe ist, doch nicht genügend entwickelt wurde, da die Errungenschaften der modernen Kultur in dem Lande bisher nicht Eingang gefunden haben.

China hat allerdings in früheren Zeiten auch auf dem Gebiete des Verkehrswesens mancherlei Leistungen hervorgebracht, die zu ihrer Zeit bedeutend genannt werden mußten. Bereits frühzeitig entstanden Heerstraßen, als deren hervorragendste die Straße über den Tsin-ling-shan in der Provinz Shensi zu bezeichnen ist, welche Straße auf lange Strecken aus dem harten Gestein gemeißelt ist. Zur Glanzzeit der Mongolenherrschaft (13. Jahrhundert) ward von der neuen Residenz Peking aus ein strahlenförmiges Netz von Straßen gebaut und ein wohlorganisiertes Postwesen erstreckte sich über das Reich. Jener Periode verdankt auch der vielgenannte Kaiserkanal, der die Verproviantierung der neuen Hauptstadt von dem fruchtbaren Süden aus sichern sollte, seine Entstehung (Abb. 27).

Dieser Kanal stellte unter Benutzung einer Reihe Flüsse eine Verbindung Pekings mit dem Yantsekiang her. Südlich fand dieser Kanal in älteren Kanälen seine Fortsetzung bis Hangtschou, dem vielgepriesenen Quinsay des Venetianers Marco Polo. Diese Stadt war im 12. und 13. Jahrhundert der Sitz der Sung-Dynastie, die Residenz der berühmten chinesischen Kaiser Kanghsi und Kienlung.

China war und ist keineswegs auf künstliche Land- und Wasserstraßen allein angewiesen, vielmehr hat die Natur das Land mit einem reichen Wasserstraßennetz bedacht, das durch die unzähligen Kanäle eine starke Erweiterung erfuhr. Leider ist durch ungünstige natürliche Verhältnisse, eine ganz ungeheure Bodenmitführung und Ablagerung, der Wert des größten Stromes, des Gelben Flusses, als Schiffahrtsstraße sehr geschmälert worden. Durch diese Massen findet eine beständige Erhöhung der Flußsohle statt, die Deiche reichen auf die Dauer nicht aus, werden bei Hochwasser durchbrochen und tausende Quadratmeilen des fruchtbarsten Bodens werden unter Wasser gesetzt, wobei hunderttausende Menschenleben verloren gehen und wobei sich enorme Stromänderungen vollzogen haben resp. noch vollziehen. Der „Kummer Chinas", wie zutreffend der Hwang-hö genannt wird, hat durch die Folgen seiner Un-

bändigkeit seine Schiffahrtsbedeutung zum größten Teile eingebüßt.

Der Hwang-hò floß bis zum 13. Jahrhundert ins innere Gelbe Meer. Durch einen Deichdurchbruch erzwang er sich alsdann einen anderen Lauf, der in das äußere Gelbe Meer mündete und welchen der Strom bis zum Jahre 1852 inne hatte. Seitdem fließt der Hwang-hò wieder in das innere

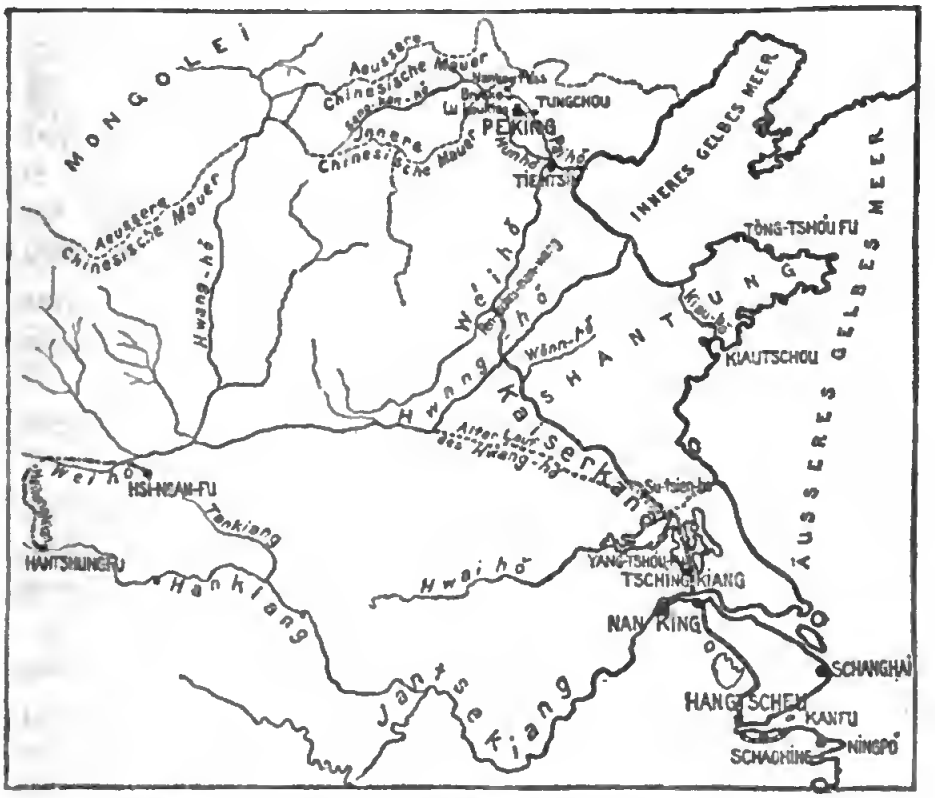

Abb. 27. Lageplan des Kaiserkanals in China.

Gelbe Meer, das von der Farbe der gewaltigen Lösmasse, die beständig der Fluß in dasselbe ergießt, seinen Namen trägt und immer mehr angefüllt wird. Im Jahre 1887 durchbrach der Fluß wiederum die Dämme, (wobei 1—7 Millionen Menschenleben verloren gegangen sein sollen) und floß fast ein Jahr lang durch das Bett des Ying-Flusses in den Hwai und mit diesem in den Yantse. Ob es richtig war den Fluß wieder aus dieser südlichen Richtung abzuleiten erscheint manchem Kenner Chinas fraglich.

Die hier zu lösende technische Aufgabe ist so gewaltiger

Art, daß hierzu die den Chineſen zur Verfügung ſtehenden Hilfsmittel und Kenntniſſe nicht ausreichen.

Auf den Kaiſerkanal hat die Stromänderung von 1852 ſehr ungünſtig eingewirkt. Um zu verhüten, daß der Hwang-hö ſeine Waſſermaſſen in den von ihm durchbrochenen Kanal ſendet, wodurch naturgemäß die Gefahr der Überſchwemmung der dicht bevölkerten Ebenen eine weſentliche Verſtärkung erfahren haben würde, hat man den Kanal beiderſeits des Hwang-hö durch Dämme von dem Stromlauf geſchieden. Dieſe Dämme, die etwa 25 km gegeneinander verſchoben ſind, werden durchgraben, wenn die mit Tributreis beladenen Dſchunken hier anlangen. Iſt das Waſſer des Hwang-hö zu hoch, ſo kann dieſer Durchſtich der damit verbundenen Gefahr wegen, nicht erfolgen. In dieſem Falle, wie auch, wenn der Waſſerſtand im Fluß zu niedrig iſt, müſſen die Dſchunken den günſtigen Moment abwarten, was Wochen und Monate dauern kann.

Ein völlig anderes Bild wie der Gelbe Fluß zeigt der Yangtſekiang, auf dem ein außerordentlich umfangreicher Schiffahrtsverkehr ſtattfindet, wie ſolches auch für eine größere Anzahl anderer Flüſſe Chinas gilt.

Trotz der primitiven Beſchaffenheit der meiſten chineſiſchen Verbindungswege herrſcht auf vielen derſelben ein ſtarker Verkehr. Einer der lebhafteſten Punkte iſt oder war vielmehr bis vor nicht langer Zeit der Meilingpaß. Zur Zeit als noch Kanton von den chineſiſchen Städten allein den Fremden geöffnet war und der Handel an Chinas Küſten ausſchließlich durch Segelſchiffe vermittelt wurde, waren an dem genannten Paß beſtändig 50000 Träger thätig. Dieſe transportierten die Waren zwiſchen dem Kanthale und dem Thale des Weſtfluſſes, auf welcher Strecke kein Waſſertransport möglich war.

Der Träger iſt in China, in erſter Linie in Süd-China, noch heute von der größten Bedeutung. In großen Gebietsteilen Chinas giebt es nicht einen Wagen und ſelbſt Schiebkarren, die im allgemeinen im Reiche der Mitte eine ausgedehnte Verwendung finden, fehlen faſt ganz in manchen Gegenden, ſo namentlich in den Provinzen Kwangſi, Kwangtung und Fukien. Der Menſch hat, wie es ſcheint, hier die Konkurrenz des Laſttieres beſiegt, ein an und für ſich gerade nicht ſehr erfreulicher Erfolg. In Süd-China, auch beiſpielsweiſe in der Provinz Szetſchwan, führt der Menſch allen Perſonen- und

Gütertransport zu Lande selbst aus. Bei diesem Lasttransport ist die Tragstange ein wichtiges Hilfsmittel, das der Chinese sehr geschickt und vorteilhaft zu benutzen versteht. Neben der Tragstange findet der Peitzu Verwendung, ein auf dem Rücken getragenes hölzernes Gestell, mit welchem die Chinesen unglaubliche Lasten fortschleppen.

Das Verkehrswesen hat sich in der nördlichen Hälfte Chinas in anderer Weise wie im Süden entwickelt. Der Reichtum an Wasserstraßen ist im Norden des himmlischen Reiches nicht so groß, die Terrainverhältnisse sind dem Landtransport vorteilhafter, da jener Teil im überwiegenden Maße aus Ebenen besteht. Zudem stehen Lasttiere hier zur Verfügung und zwar sowohl Pferde als Esel, Maultiere und Kameele. Selbst Wagen finden hier Verwendung.

Genaue Kenner Chinas, wie in erster Linie von Richthofen, haben berechnet, daß als Durchschnittssatz für den Landtransport 20—25 Pf. für das Tonnenkilometer angesehen werden kann, d. h. für die Beförderung von 1000 kg auf 1000 m (1 Kilometer). Dieser Satz ist 20—40 mal höher als der für den Wassertransport zu veranschlagende Einheitspreis. Stellt man den Satz von 20—25 Pf. dem für die Preußische Staatsbahn gültigen Durchschnittssatz von 3,61 Pf. gegenüber, so erkennt man, daß es wohl möglich sein muß, durch Eisenbahnen in China eine Umgestaltung des Landverkehrswesens und damit eine Verbilligung der Transportkosten sowie alle jene Vorteile zu erlangen, die stets die Folgen von Verkehrserleichterungen sind. Die Voraussetzung hierbei ist allerdings, daß die Anlage- und Betriebskosten einer Eisenbahn nicht zu hoch werden. In manchen Gegenden, so z. B. in Szetschwan und Yünnan, bieten die natürlichen Verhältnisse der Anlegung von Eisenbahnen so große Schwierigkeiten, daß hier dem bestehenden Lasttransport mittels Lasttieren durch Eisenbahnen kaum eine Konkurrenz erwachsen dürfte. Andere Gegenden, so die weit ausgedehnte chinesische Ebene, werden zweifellos durch die Eisenbahnen, insbesondere durch die Beschleunigung des Personentransports Vorteile erlangen.

Dr. Hermann Schumacher hat in dem Archiv für Eisenbahnwesen 1899 und 1900 ein anschauliches Bild von dem chinesischen Verkehrswesen und der Entwicklung der chinesischen Eisenbahnen gegeben. Mit Recht betont derselbe, daß man

sich im Grunde genommen wenig darüber wundern kann, daß die Chinesen dem Eindringen des Dampfrosses Widerstand entgegensetzen. Wie in Europa die Pferdetreiber, die Fuhrwerksbesitzer ꝛc. durch die Eisenbahnen ihr Brot zu verlieren fürchteten, so gilt ein Gleiches von den Chinesen. Als ein weiteres hemmendes Moment ist sodann die Lehre vom „Fungschui“ zu erachten. Diese Lehre ist ein sehr schwieriges System, das von Wind und Wasser handelt und den Wissenden in den Stand setzt, aus der Lage und der Umgebung, insbesondere aus den Wind- und Wasserverhältnissen eines Orts die wichtigsten Beziehungen zum Wohlergehen der Lebenden und zu den Verstorbenen zu erkennen. Die Chinesen widerstreben daher jeder Änderung in der Gestaltung des Landes. Die Gräber finden sich über das ganze Land zerstreut und Störungen derselben, sei es unmittelbar oder mittelbar, stoßen auf großen Widerstand. Eine willensstarke Regierung vermag jedoch nach Schumachers Ansicht diesen Widerstand zu besiegen, die chinesische Regierung hatte jedoch lange Zeit hindurch keineswegs die Absicht, diesen Widerstand zu brechen. Sie fürchtete das Eindringen fremden Geldes und damit fremden Einflusses. Andererseits fehlte und fehlt es keineswegs ganz an einsichtsvollen Chinesen, die trotz der zunächst zu erwartenden ungünstigen Wirkungen von dem einstigen segensreichen Einfluß der Eisenbahnen überzeugt sind. Je nachdem, welcher Einfluß sich am Hofe am stärksten geltend zu machen wußte, schwankte die Regierung in ihrer Stellung den Eisenbahnen gegenüber hin und her. In erster Linie hat zweifellos die auch in China erkannte Bedeutung der Eisenbahnen in Kriegszeiten dazu beigetragen, daß die Regierung schließlich aus ihrer Reserve herausgetreten war. Auf der Strecke von Tientsin nach Schanhaikwan erprobten die Chinesen während des chinesisch-japanischen Krieges praktisch die Brauchbarkeit und den Vorteil der Eisenbahn für Truppentransporte.

Bereits viel früher waren jedoch zwei Eisenbahnen auf chinesischem Grund und Boden entstanden.

Der erste Ausgangspunkt einer chinesischen Eisenbahn war Shanghai, von welchem Orte im Jahre 1876 der erste Zug auf der Strecke nach Woosung abgelassen wurde. Die chinesische Bevölkerung nahm sehr großes Interesse an der Bahn. Die Eröffnung fand im November 1876 statt und während der

nächsten zwölf Monate benutzten 300000 Passagiere die Bahn. Mittlerweile kauften die chinesischen Behörden die Bahnanlage zu einem höheren als dem Kostenpreis an. Die Eisenbahngesellschaft hatte in der Erkenntnis, daß ihr, wenn sie auf das Angebot nicht eingegangen sein würde, das Leben nach Möglichkeit sauer gemacht worden wäre, das Kaufanerbieten angenommen. Einen Tag, nachdem die vereinbarte Summe gezahlt worden war, kam ein Chinese nach dem andern, die Gleise ꝛc. wurden rasch aufgenommen und alles Material, soweit dasselbe nicht verloren, verlegt oder der Vorliebe der Chinesen für fremde Gegenstände zum Opfer fiel, d. h. gestohlen wurde, nach der Insel Formosa geschafft. Bei diesem Vorgange spielte somit keine wütende, fanatische Volksmasse, die an den weißen Teufeln und ihren Werken Rache üben wollte, eine Rolle. Im Gegenteil, die Chinesen hatten die Bahn benutzt und ihren Vorteil wohl zu schätzen gewußt, aber die Mandarinen wollten davon nichts wissen, weil sie und wohl mit Recht eine Schmälerung ihres Ansehens befürchteten.

Nichtenglische Berichte lauten über dieses erste Bahnunternehmen allerdings anders. Hiernach war der Versuch gemacht worden die chinesische Regierung durch eine vollendete Thatsache zu zwingen, diese anzuerkennen. Eine Konzession für die Bahn war nach diesen Berichten weder beantragt noch erteilt worden und die chinesische Regierung war somit formell vollständig zu ihrem Vorgehen berechtigt, ja sie hätte viel schärfer verfahren können.

Die nächste Bethätigung zur Einführung von Eisenbahnen in dem Reiche der Mitte erfolgte in ganz unerwarteter Weise. Im Jahre 1877 oder 1878 war der Engländer Claude Kinder zum Ingenieur der Kaiping-Minen in der Umgebung von Tientsin ernannt worden. Eine seiner ersten Handlungen war die Anlegung einer Kohlentransportbahn in der einfachsten Weise und zunächst ohne mechanische Zugbeförderung. Aus diesen bescheidenen Anfängen ging dann, sehr langsam und nur schrittweise, schließlich die Bahn von Kaiping nach Tonku in der Nähe von Taku an der Küste des Golfes von Petschili hervor. Erst im Jahre 1888 entschloß sich die chinesische Regierung eine Bahn von Peking nach Tientsin und Shanhaikwan zu bauen, wobei ein Teil der Bahn der chinesischen Ingenieur- und Minen-Gesellschaft benutzt wurde.

Digitized by Google

Seitens der chinesischen Regierung wurde 1896 eine besondere Behörde für das Eisenbahnwesen eingesetzt.

An die Spitze dieser Behörde wurde als Generaldirektor der chinesischen Bahnen ein Mann gestellt, der zwar durch sein Verhalten im Kriege Chinas mit Japan sehr nahe daran war seinen Kopf zu verlieren, der aber infolge der bei großen Unternehmungen bewiesenen Thatkraft und Geschicklichkeit sich eines allgemeinen Ansehens erfreute.

Schenghsuanhwai, der neue Generaldirektor, faßte nicht nur den Bau der nördlichen Hälfte der sogenannten Nord-Süd-Bahn (von Peking bis Hankou am Yantse) sondern auch den der südlichen Hälfte, Hankou—Kanton, ins Auge. Aber Scheng wußte auch, daß das chinesische Kapital nur schwer zu derartigen weitausschauenden Unternehmungen in genügendem Maße herangezogen werden kann und so ist die nördliche Strecke der großen Nord-Süd-Verbindung einem ausländischen und zwar einem belgisch-französischen Syndikat übertragen worden.

Um die zahlreichen auftauchenden Eisenbahnprojekte zu begutachten ward 1898 das Reichseisenbahnamt errichtet. Als eine seiner Hauptaufgaben wurde der Erlaß von Vorschriften für Bergwerke und Eisenbahnen bezeichnet. Damals ward gleichzeitig den Vertretern fremder Mächte erklärt, daß vorläufig keine weiteren Eisenbahnprojekte angenommen werden würden.

Die Eröffnung der Bahn Tientsin—Peking im Jahre 1897 kann als der Beginn der Eisenbahnaera in China gelten. Daß auch in diesem Falle sich die chinesische Opposition geltend machte, kann nicht überraschen. So wurde die Bahnstation von Peking eine ziemlich bedeutende Strecke vor der Stadt angelegt, weil die chinesische Regierung fürchtete, es könnten sonst zu leicht fremde Truppen in die Stadt geschafft werden.

Seit dem Frieden von Schimonoseki, durch welchen der chinesisch-japanische Krieg seinen Abschluß fand, ist ein Wettstreit um den chinesischen Markt und um chinesische Eisenbahn- und Minenkonzessionen entstanden, der für die in Betracht kommenden Nationen von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist, gilt es doch nach und nach die Abgeschlossenheit eines Landes zu brechen, das den 33. Teil des gesamten Festlandes der Erde umfaßt und dessen Bevölkerung etwa ein Viertel der Gesamtbevölkerung der Erde ausmacht.

Neben den Russen sind heute die Deutschen, Engländer, Belgier und Franzosen an der Arbeit, um das himmlische Reich mit Eisenbahnen zu beglücken, denn daß schließlich dieses Kommunikationsmittel sich auch hier von demselben kulturfördernden Einfluß erweisen wird, den die Eisenbahnen bisher überall ausgeübt haben, dürfte zweifellos sein.

Deutsche Ingenieure sind heute an der Arbeit um Eisenbahnen von Kiautschou durch Schantung entstehen zu lassen.

Der über diese Bahnbauten von der Schantung-Eisenbahngesellschaft veröffentlichte Bericht enthält die folgenden Angaben.

Die Linie führt von der Stadt Tsingtau, welche Sitz des kaiserlichen Gouvernements ist, an der östlichen Seite der Kiautschou-Bucht nach Norden, folgt auf dem größten Teile dieser Strecke der Küstenlinie und überschreitet hierbei außer einem Strome, der eine Brücke von über 200 m bedingt, zahlreiche Wasserläufe und gelangt bei 24 km an den Grenzfluß des Pachtgebietes, den Pai-Scha-Ho, für den eine Brücke von 240 m in der Ausführung begriffen ist. Wenig nördlich der Grenze biegt die Linie nach Nordwesten um, zieht sich am Abhange der nach Süden auslaufenden Hügel hin, hält sich weiterhin am nördlichen Rande einer überschwemmten Niederung und kreuzt nach einer Wendung nach Südwesten den Ta-Ku-Ho, den größten auf dieser Teilstrecke vorkommenden, in die Bucht von Kiautschou sich ergießenden Strom, der eine Brücke von 180 m Weite erfordert. Von hier aus biegt die Linie stark südlich ab und gelangt bei 72 km an die erste Hauptstation Kiautschou. Diese Stadt liegt südlich der Linie in einem Thalkessel in geringer Entfernung von der Bahn. Von dort aus führt eine provisorische, 13 km lange Linie bis zur Meeresküste, welche die Zufuhr des auf der Rhede entlöschten und mit Leichtern an Land geführten Materials erleichtern soll. Von Kiautschou aus nimmt die Linie nordwestliche Richtung an, kreuzt verschiedene von den südlich gelegenen Bergen kommende Flüsse und hält sich im allgemeinen an dem Nordfuße der von Süden vorspringenden hügeligen Ausläufer. Bei 99 km wird die Stadt Kaumi und kurz darauf die Grenze der deutschen Interessensphäre erreicht. Hinter Kaumi hat die Bahn eine weite, flache Niederung zu überschreiten, deren Eigentümlichkeit darin besteht, daß sie auf weite Entfernungen

hin von Gräben durchfurcht ist, deren Zweck ist, das fallende Tagewasser anzusammeln und von den erhöhten Feldern abzuhalten.

Bei 127 km gelangt die Linie zu dem größeren Ort Tschang-Ling, wo sie die Hügel in mäßiger Steigung gewinnt und auf diesen bis zu dem hart am Ufer des Wei-Ho sich erhebenden Tso-Schan verbleibt. Auf einer hohen Brücke wird dieser Fluß überschritten; die Bahn gelangt sodann auf die zwischen Wei-Ho und Yün-Ho nach Norden auslaufenden Halbinsel, kreuzt den Yün-Ho und ersteigt dann die zwischen dem Wei-Ho-Thal und dem Kohlenrevier von Weihsien aufsteigende Wasserscheide mit der Höchststeigung von 5 mm. Das Kohlengebiet wird etwa 14 km südlich von Weihsien erreicht; die Bahn läuft in diesem Revier von Süd nach Nord und gelangt nach Überschreitung des Pailang-Ho zu dem südlich des Hauptteils der Stadt gelegenen Bahnhof von Weihsien, dem Endpunkte der nach der Konzession zuerst betriebsfähig herzustellenden Strecke.

Die Studien der von 145 km an landeinwärts gelegenen Teile waren begonnen worden, als die im Monat Mai 1900 ausgebrochenen Unruhen es erforderlich machten, die Ingenieure, die im Innern der Provinz beschäftigt waren, in das Schutzgebiet zurückkehren zu lassen. Die Montierungsarbeiten der Brücken haben in den ersten Tagen des Monats Juni von Tsingtau aus begonnen. Auf der Teilstrecke von Tsingtau bis Kiautschou sind 1500 m Brücken mit einem Gewicht von über 2000 Tonnen zu montieren. Eine Unterbrechung der Arbeiten auf der Strecke von Tsingtau bis zu dem Flusse Kiau-Ho, der 20 km über Kiautschou hinaus nach Westen liegt, ist bisher auch während der neuerdings eingetretenen chinesischen Wirren nicht vorgekommen. Da diese Arbeiten sich im Machtbereiche der deutschen Streitkräfte im Schutzgebiete befinden, so darf, falls nicht ganz unerwartete Ereignisse eintreten, auf ihre fernere ungestörte Fortsetzung gerechnet werden. Auf die Vollendung dieser Strecke ist sowohl im allgemeinen Verkehrsinteresse, wie aus naheliegenden politisch-militärischen Rücksichten gegenwärtig verstärkter Wert zu legen.

Es besteht die Hoffnung, daß der Betrieb der Strecke Tsingtau-Kiautschou in den ersten Monaten des Jahres 1901 eröffnet werden wird.

Digitized by Google

Ein deutscher Ingenieur, Hildebrand, hat die wieder verschwundene Bahn Shanghai—Woosung neu erstehen lassen. Gegen Ende des Jahres 1895 war es gelungen, den Vizekönig Chang für das Projekt einer Bahn von Woosung über Shanghai—Suchow—Chinkiang nach Nanking nebst zwei Zweigbahnen nach Hangshow und Huchow zu gewinnen. Es galt dann mancherlei Schwierigkeiten aus dem Weg zu räumen. Im Jahre 1898 konnte die Bahn jedoch dem Verkehr übergeben werden.

Daß die Ausführung der chinesischen Bahnbauten mit mehr oder minder großen technischen Schwierigkeiten verbunden ist, ergiebt sich aus den eigentümlichen natürlichen Verhältnissen. Zur Charakterisierung dürfte die Erwähnung dienen, daß beispielsweise der Wasserstand des Yangtsekiang in einem Jahre um etwa 12 m variiert.

Auf die Erschließung des Yangtsekiangthals durch Eisenbahnen sind insbesondere die Bestrebungen der Engländer gerichtet. Um das Vordringen von Süden aus möglichst kräftig zu unterstützen, haben die Engländer in der bis an die Grenzen von Jünnan sich erstreckenden Kolonie Birma bereits ein ausgedehntes Eisenbahnnetz geschaffen. Die Engländer haben jedoch schon erkannt, daß die Schwierigkeiten einer Fortsetzung dieser Bahnen in China sehr große sind, so daß es fraglich erscheint, ob die Herstellungskosten mit dem Ertrage im richtigen Verhältnis stehen würden. Man will daher die Bahn soweit verlängern, als dieses ohne zu große Schwierigkeiten möglich ist und dann Straßen anlegen, die den Karawanentransport erleichtern sollen, dessen niedrige Sätze vorläufig noch eine Konkurrenz durch kostbare Eisenbahnbauten als ausgeschlossen erscheinen lassen.

Gleichfalls von Süden her, von ihren Besitzungen in Tonkin aus, suchen die Franzosen in das chinesische Reich vorzudringen. Das Hauptaugenmerk dürfte ursprünglich auf die Erreichung der Provinzen Jünnan und Szetschwan gerichtet gewesen sein. Die Hindernisse, welche sich diesem Plane entgegengestellt haben, sind mancherlei Art und zum wesentlichsten Teil in den natürlichen Verhältnissen (gewaltige Gebirge) begründet. Die Erfolge der Franzosen entsprechen bis jetzt noch nicht den gehegten Erwartungen.

Frankreich hat in seiner Besitzung Tonkin bis jetzt zwei Eisenbahnen gebaut. Die Eisenbahn in der Richtung von

Hanoi nach Langſou wurde in der Hauptſache aus militäriſchen Gründen erbaut, da ſie zur Unterwerfung eines an der chineſiſchen Grenze wohnenden räuberiſchen Volkes beſtimmt war. Der Anfangspunkt iſt Phulangthuong. Die Bahn hatte urſprünglich 60 cm Spurweite, ſie iſt ſpäter auf 1 m verbreitert worden. Das ſchwierige und ungeſunde Terrain hat viele Menſchenleben erfordert. Die Verlängerung nach Hanoi, der Hauptſtadt Tonkins, und weiter bis zur chineſiſchen Grenze iſt beſchloſſen. Auch hat Frankreich nach langwierigen Verhandlungen es durchgeſetzt, die Bahn bis Lungtſchou, einer nicht weit von der Grenze belegenen Chineſenſtadt, verlängern zu können und auch die Konzeſſion zur weiteren Fortführung dieſer Bahn erlangt, doch iſt es fraglich, zu welchem Zeitpunkte hier die Eiſenbahn wirklich gebaut werden wird. Weitgehende Projekte ſind neuerdings ihrer Verwirklichung näher gerückt, indem ein Geſetz die Aufnahme von 50 Millionen Francs für die Bahnlinie Haiphong—Laukai bis Vietri und von Hanoi bis Vink ermöglicht. Die erſtere Linie verwirklicht den Vormarſch nach Jünnan. (Abb. 28.)

Die Ruſſen haben ſich, wie in dem Kapitel „Sibiriſche Eiſenbahn“ ſchon ausgeführt worden iſt, im Anſchluß an die Chineſiſche Oſtbahn Zweigbahnen nach Port Arthur und Talienwan über Mukden geſichert. Dieſe beiden Häfen hat Rußland durch einen Vertrag vom März 1898 in Pacht auf 25 Jahre erhalten. Die Eröffnung der Bahn nach Port Arthur iſt für das Jahr 1904 in Ausſicht genommen. Ein heißer Kampf iſt zwiſchen der ruſſiſchen und engliſchen Regierung über verſchiedene Eiſenbahnprojekte in dieſem Teile Chinas entbrannt, der noch immer nicht vollſtändig zu Ende iſt. Rußlands erklärliche Abſicht iſt es, ſeine Bahnen mit Peking in Verbindung zu bringen. Es ſcheint, als ob Rußlands Plan dahingeht, eine Verbindung nach Peking nicht nur durch Anſchluß an die Mandſchuriſche Zweigbahn, ſondern auch an die Sibiriſche Bahn ſelbſt zu erreichen.

Als Trace der direkten Verbindung ſcheint die alte Verkehrsſtraße Kiakhta, Urga, Kalgan nach Peking ins Auge gefaßt zu ſein. Dieſe Bahn würde die Wüſte Gobi durchſchneiden.

Ob Rußland ſich mit der Erreichung Pekings zufrieden geben wird, muß dahingeſtellt bleiben, denn nicht die ſo geſchaffene Verbindung, ſondern eine transaſiatiſche Eiſenbahn,

deren wichtigster Punkt Hsingau ist, hat der bekannte Geograph von Richthofen als die einst bedeutendste und wichtigste aller

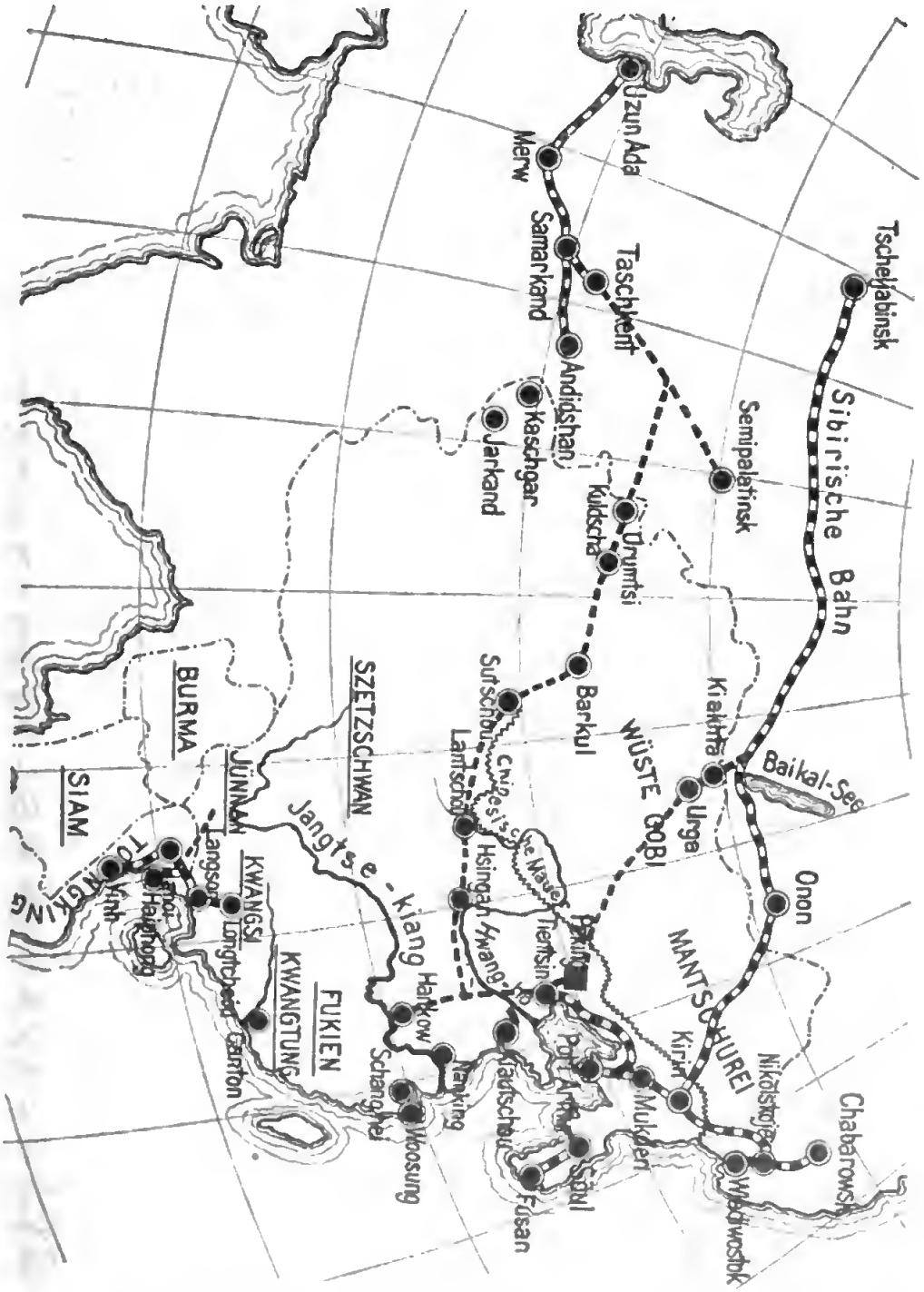

Abb. 28. Kartenplan mit den chinesischen Eisenbahnen.

großen Schienenwege der Erde bezeichnet. Die Trace einer solchen Bahn würde mit derjenigen der alten Kaiserstraße zu-

ſammenfallen. Dieſe führt von Hſingau am Weifluß über Lautſchou, Kautſchou, Sutſchou und durch das weſtliche Thor der großen Mauer nach Hani und dann, in zwei Zweige ſich teilend, nördlich nach Barkul, Urumtſi und Kuldſcha, ſüdlich nach Yarkand und Kaſchgar.

Nach Anſicht des genannten Gelehrten kann dieſe zweite transaſiatiſche Schienenverbindung nur durch ein Gegeneinanderwachſen der Eiſenbahnnetze von Weſten her gegen Semipalatinsk und von Oſten her gegen Hſingan angebahnt werden. Der Eiſenbahnvormarſch im Weſten hat, wie der Abſchnitt „Transkaſpiſche Eiſenbahn" dargethan, bereits im großen Maßſtabe ſtattgefunden. Von Andiſhan kann dieſe Bahn kaum weitergeführt werden, da hier ein Hochgebirgswall ſich vorlagert, der nicht zu überwinden ſein wird, aber die Bahn iſt bereits nach Taſchkent abgeſchwenkt und der Schienenſtrang nach Semipalatinsk ſoll beſchloſſene Sache ſein. Im Oſten ſcheint dieſer Verbindung ebenfalls zugeſtrebt zu werden. Die ruſſiſch-chineſiſche Bank hat im Jahre 1898 mit der chineſiſchen Regierung einen Vertrag abgeſchloſſen, wonach von der großen, Nordchina durchſchneidenden Bahn Peking—Hankou am Yangtſe eine Seitenbahn nach Taiyuen, der Hauptſtadt der Provinz Schanſi, abzweigen ſoll. Ja, es ſoll bereits eine Verlängerung dieſer Bahn bis Hſingan ins Auge gefaßt geweſen ſein.

Der Verkehr war auf einem Teil der Bahnen bereits außerordentlich ſtark, die Ausgaben waren verhältnismäßig ſehr niedrig, da zum weitaus größten Teile Chineſen im Betriebe beſchäftigt wurden, die ſich mit ſehr niedrigen Löhnen begnügen.

Welche Geſtaltung die chineſiſchen Verhältniſſe in der Zukunft annehmen werden und ob in abſehbarer Zeit hier wieder geordnete Zuſtände Platz greifen, die von neuem geſtatten dem Ausbau des Eiſenbahnnetzes in großem Maßſtabe näher zu treten, ſind Fragen, die keine beſtimmte Antwort zulaſſen.

VII. Kapitel.

Moderne Kanalbauten.

Neben den Eisenbahnen nehmen in unserer Zeit die Wasserstraßen im Verkehrswesen eine hervorragende Stelle ein. Der Umstand, daß die Transportkosten auf dem Wasser an und für sich sehr gering sind, indem mit wenig Kraftaufwand eine verhältnismäßig große Last transportiert werden kann, ermöglicht der Schiffahrt die Konkurrenz mit der Eisenbahn. Mit gleichem Kraftaufwand kann nämlich auf dem Wasser eine vier- bis siebenmal so große Last wie auf der Eisenbahn fortbewegt werden. Ein unbedingtes Erfordernis ist allerdings eine zu allen Zeiten genügende Schiffahrtstiefe, da sonst die Unsicherheit in den Lieferterminen manche Waren von dem Transport auf dem Wasserwege ausschließt.

In erster Linie sind die Kanäle für den Transport von Massengütern bestimmt, die den teureren Eisenbahntransport nicht ertragen können, wie Kohle, Getreide, Erze. Als ein nicht zu beseitigender Nachteil der Wasserstraßen ist die zeitweise Unbenutzbarkeit bei Frost anzuführen, deren Dauer für die deutschen Kanäle zu 13 bis 16 Wochen anzusetzen ist.

Wir wissen, daß die Benutzung des Wassers zu Transportzwecken uralt ist. Neben dem Meere wurden frühzeitig die Flüsse diesem Zwecke dienstbar gemacht und dort, wo die Natur solche versagt oder nicht in genügender Zahl dem Menschen zur Verfügung gestellt hatte, wurden bereits in sehr früher Zeit (namentlich in Babylonien und China) künstliche Wasserläufe, *Kanäle*, hergestellt. Man unterscheidet zwei Gattungen derselben, *Binnenschiffahrtskanäle* und *Seekanäle*.

Binnenschiffahrtskanäle. Von der größten Bedeutung für das Kanalbauwesen war die Erfindung der *Kammerschleuse*, die aller Wahrscheinlichkeit noch gegen Ende des

15. Jahrhunderts gemacht wurde und durch die es erst möglich wurde, die Kanäle gleichsam über Berge und Thäler hinwegzuführen. Man versteht unter einer Kammerschleuse ein aus einem Raum (zur Aufnahme des Schiffes) und zwei Paar Thoren bestehendes Bauwerk. (Abb. 29.) Das tieferreichende Thorpaar steht mit der unteren Kanalhaltung, das obere mit der oberen Haltung in Verbindung. Soll ein Schiff durchgeschleust werden, so fährt es durch das geöffnete untere Thorpaar in die Kammer. Das untere Thorpaar wird alsdann geschlossen und nun durch Kanäle oder Klappenöffnungen in dem oberen Thor die Kammer mit Wasser angefüllt und zwar bis zur Höhe des Wasserspiegels der oberen Kanalhaltung. Alsdann wird das

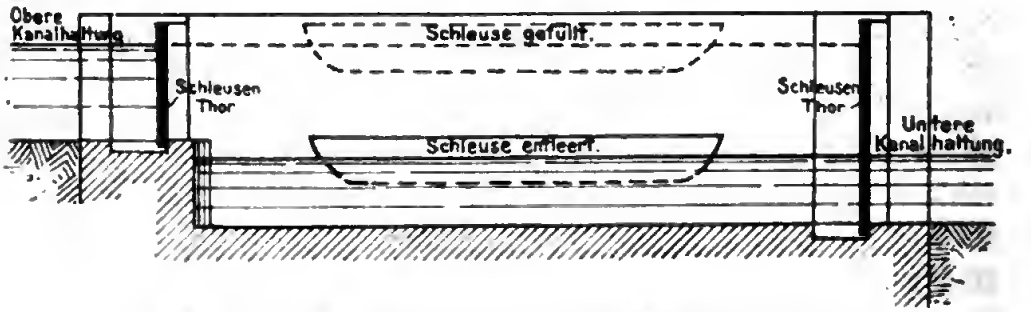

Abb. 29. Längenschnitt durch eine Kammerschleuse.

obere Thorpaar geöffnet und das durch die Füllung der Kammer hochgestiegene Schiff fährt aus der Schleuse heraus in die obere Kanalhaltung. Bei einer Schleusung aus der oberen in die untere Haltung wird ähnlich verfahren.

Der moderne Kanalbau hat gleich dem Eisenbahnwesen in England seinen Ausgang genommen und zwar muß der Bridgewater-Kanal (eröffnet 1761) als diejenige Anlage bezeichnet werden, welche den Anstoß zu einer umfangreichen Bethätigung auf diesem Gebiete gegeben hat. Dieser Kanal verdankt dem Herzog von Bridgewater und dem Ingenieur Brindley seine Entstehung.

Das gute finanzielle Ergebnis dieses Kanalunternehmens führte rasch dazu, das gegebene Beispiel nachzuahmen und bald ward England nach den verschiedenen Richtungen hin von künstlichen Wasserstraßen durchzogen. Die Kanäle vermochten, als die Eisenbahnen aufkamen, zunächst nicht die Konkurrenz mit diesen zu bestehen. Zu jener Zeit tauchte in England vielfach der Vorschlag auf, die Kanäle zuzuschütten und auf

diesem so gewonnenen Terrain Schienen zu verlegen. Die Befürchtung, daß die Eisenbahnen die Schiffahrtskanäle samt und sonders von der Erdoberfläche verschwinden lassen würden, hat sich jedoch nicht erfüllt. Die Kanäle haben eine zähe Lebenskraft bekundet und eine außerordentlich heißer Kampf hat sich zwischen der Kanalschiffahrt und den Eisenbahnen entsponnen. Trotz der großen Opposition, welche von den enragierten Anhängern der Eisenbahnen den Kanälen gemacht wird, ist deren Zahl in manchen Ländern in stetem Wachsen begriffen. Zu diesen Ländern gehört Deutschland. Wenn die Eisenbahnen auch nicht vermocht haben, die Kanäle gänzlich zu unterdrücken, so haben sie doch dazu geführt, in dem Kanalbau wesentliche Änderungen eintreten zu lassen. Während früher, als die Kanäle nur in den Frachtwagen auf der Landstraße einen Konkurrenten besaßen, noch Kanäle von ganz unbedeutenden Abmessungen konkurrenzfähig waren, ist es heute ein Erfordernis geworden, die Kanäle, sollen sie nicht von vorne herein der mächtigen Konkurrenz erliegen, sehr leistungsfähig zu gestalten. Immer größer und größer ist das normale Kanalschiff geworden. Dieses ständige Wachsen des Transportmittels hat dazu geführt, daß die modernen Kanalanlagen sich wesentlich von den früheren Schöpfungen dieser Gattung unterscheiden. Die Tragfähigkeit der Schiffe auf leistungsfähigen Kanälen beträgt heute 600—750 t.

Die Konkurrenz der Eisenbahnen hat jedoch nicht nur zu immer größeren Abmessungen der Kanäle geführt, sondern sie zwingt dazu, alle Sinne anzustrengen, um auch nach anderer Richtung hin die Leistungsfähigkeit der Kanäle nach Möglichkeit zu erhöhen. Dort, wo früher, wie zum Bedienen der Schleusen und zum Ziehen der Boote, die menschliche oder allenfalls im letzteren Falle die tierische Kraft genügte, finden wir heute mechanische Kräfte, Dampf, Wasser und Elektrizität zur Verrichtung der genannten Arbeiten ausgenutzt. Neben der früher allein benutzten Schleuse zur Überwindung der Wasserstandsdifferenz einer Kanalhaltung gegen die andere, treffen wir heute Hebewerke und schiefe Ebenen an, und während früher im allgemeinen die größte zu überwindende Wasserstandsdifferenz in einer Schleuse 3 m betrug, werden die Schiffe heute auf einmal bis zu 16 m gehoben.

Hebewerke. Der durch diese neuen Vorrichtungen erreichte Vorteil besteht einerseits in einem Zeitgewinn, da die

Schiffe, die sonst fünf bis sechs Schleusen zu passieren hatten, jetzt nur eine zu passieren brauchen, und andererseits darin, daß durch die Zusammenziehung des zu überwindenden Staues an einer Stelle die Terrainverhältnisse besser ausgenutzt werden können. Das erste Hebewerk kam in England bei Anderton mit einer Hubhöhe von 15,35 m für Schiffe von 100 t Tragfähigkeit zur Ausführung. Alsdann folgte das französische Hebewerk bei Les Fontinettes mit 14,13 m Hubhöhe für Schiffe von 300 t Tragfähigkeit. Das dritte Hebewerk wurde bei La Louvière in Belgien mit einer Hubhöhe von 15,40 m für Schiffe von 350—400 t, und das bedeutendste aller bisherigen Hebewerke endlich bei Henrichenburg in Deutschland an dem Kanal nach Dortmund errichtet. Dieses Hebewerk besitzt eine Hubhöhe bis zu 16 m und ist für Schiffe bis zu 600 t Tragfähigkeit benutzbar.

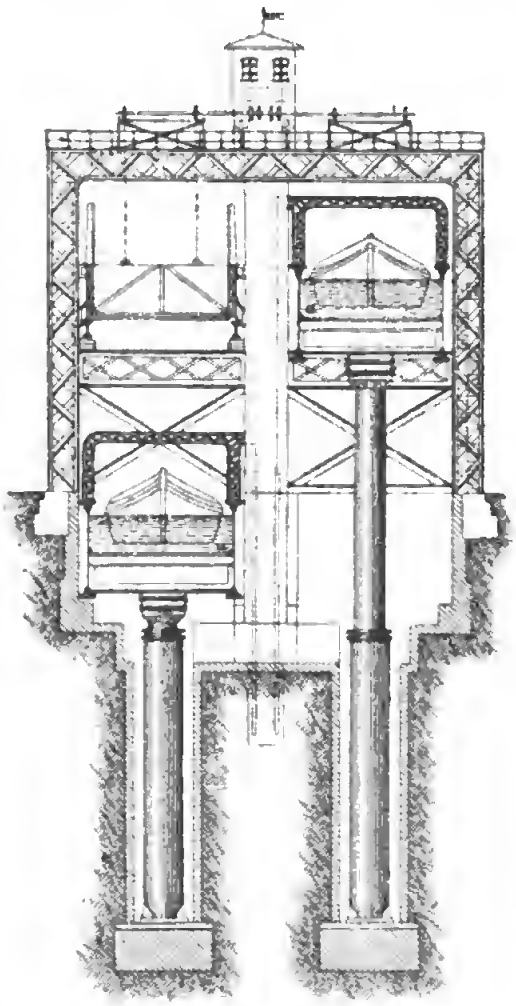

Abb. 30. Hebewerk auf Preßkolben.

Bei den drei erstgenannten Hebewerken ist die Unterstützung des zur Aufnahme des Schiffes bestimmten Troges durch Preßkolben erfolgt in der Weise, wie Abb. 30 dieses veranschaulicht.

Der das Schiff aufnehmende Trog ruht hierbei auf einem Stempel, der sich in einem Preßcylinder auf- und abwärts bewegen kann. Man hat hierbei stets zwei Tröge nebeneinander ausgeführt, die sich das Gleichgewicht halten und wobei ein Trog in der höchsten, der andere sich in der niedrigsten Lage befindet und der erste aufwärts geht, wenn der andere sich senkt. Das hierbei zu Grunde liegende Prinzip ist das der hydrostatischen Wage.

Bei dem Hebewerk zu Henrichenburg (Abb. 31) mußte in Anbetracht der großen Last von Schwimmern Anwendung gemacht werden.

Ein solches auf Schwimmern ruhendes Schiffshebewerk besteht in der Hauptsache aus einem Trog, der vorne und

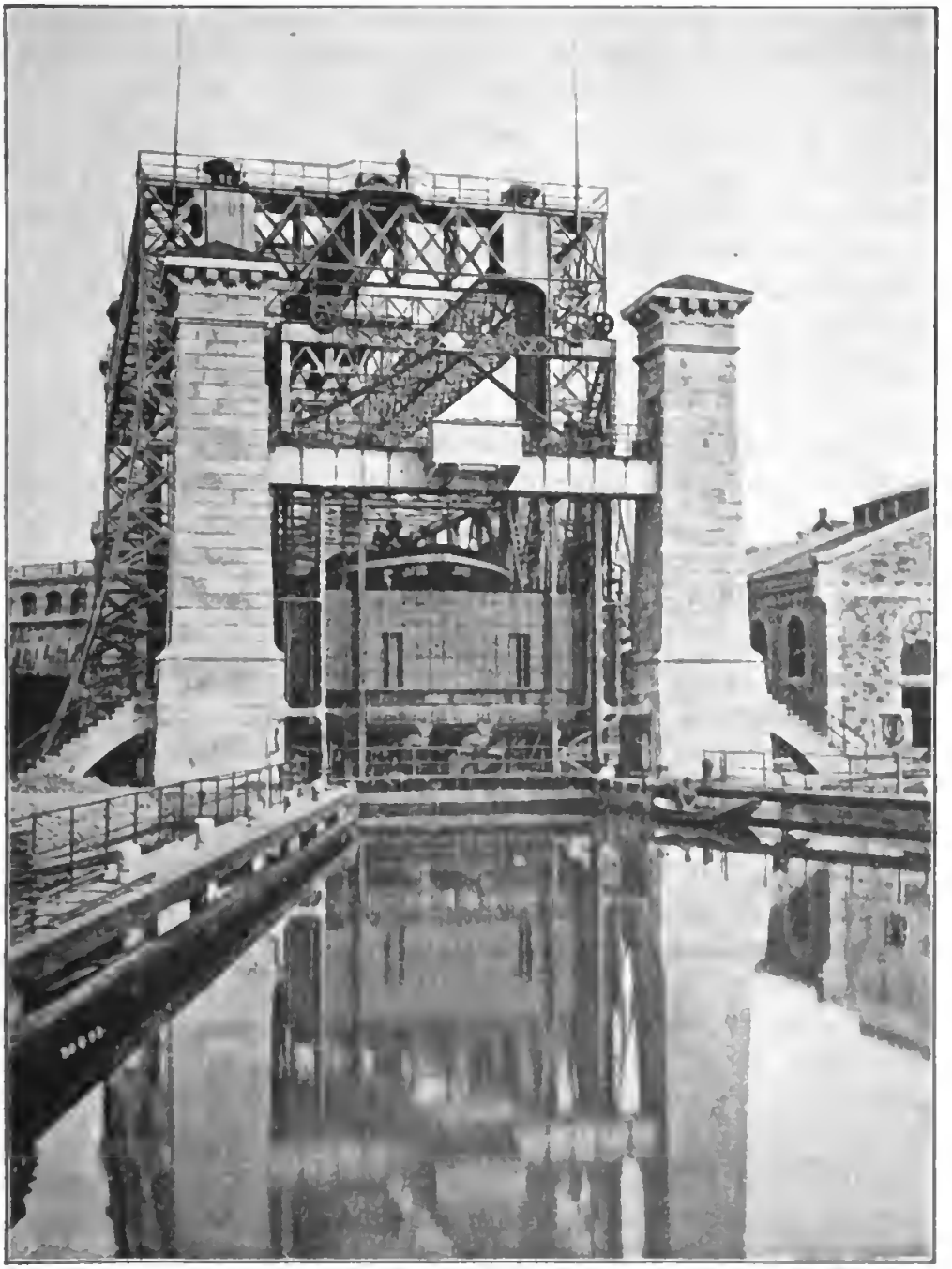

Abb. 31. Schiffshebewerk zu Henrichenburg.

hinten durch je ein Thor absperrbar ist. Derselbe wird mit Wasser gefüllt und muß das größte den Kanal befahrende

Schiff samt Steuer aufnehmen können. Dieser Trog ruht auf einer Anzahl von gleichmäßig verteilten, mit Luft gefüllten und mit dem Trog durch vertikale Träger streif und fest verbundenen Gefäßen (sogenannten Schwimmern). Diese Schwimmer tauchen in große, tiefe, mit Wasser gefüllte Brunnen, welche am Boden durch Röhren miteinander in Verbindung stehen, so daß in allen Brunnen derselbe Wasserstand vorhanden ist. Die untere sowie die obere Kanalhaltung sind, damit das Wasser aus denselben nicht abfließen kann, gegen die Brunnen durch bewegliche, dicht abschließende Thore abgesperrt. Zur Führung des Troges dient ein kräftiges Gerüst und zur Regulierung der Ab- und Aufwärtsbewegung entsprechende Steuerungsmechanismen.

Der Vorteil der Hebewerke beruht auf der erforderlichen nur ganz unbedeutenden Wassermenge, die zur Hebung resp. Senkung der Schiffe erforderlich ist. Da, wo die zur Speisung der Kanalhaltungen notwendigen Wassermengen, sowie die Ersetzung des durch Verdunstung und Versickerung verloren gehenden Wasserquantums, nicht leicht oder gar nicht zu beschaffen sind, wird von dem Hebewerk unter Umständen Gebrauch zu machen sein. Als Nachteile der Hebewerke sind sowohl die bedeutenden Herstellungskosten (das Hebewerk zu Henrichenburg hat etwa $2^1/_2$ Millionen Mark gekostet) als die Kompliziertheit des ganzen Mechanismus zu bezeichnen, wodurch empfindliche Betriebsstörungen nicht ausgeschlossen erscheinen.

Schiffseisenbahnen (Geneigte Ebenen). Das Prinzip der Schiffseisenbahn ist folgendes: Das Schiff wird entweder auf ein Wagengestell mit Rädern, die auf schweren Eisenbahnschienen laufen, trocken aufgeladen und in die andere Kanalhaltung auf einer regelrechten, nur entsprechend kräftigeren Eisenbahn übergeführt, um daselbst wieder in das Wasser eingelassen zu werden, oder das Schiff fährt in einen mit Wasser gefüllten Trog ein, der auf einem Wagengestell mit Rädern aufgelagert ist und es wird in diesem auf Eisenbahnschienen von einer Haltung zur anderen transportiert. Die ersteren Schiffseisenbahnen dürften für größere Schiffe kaum mehr zur Ausführung kommen, da die Schiffe hierbei stets stark und für ihren Bestand sehr nachteilig beansprucht werden.

Als die ältesten, sehr primitiven Anlagen dieser Art können die Rollbrücken betrachtet werden, von welchen namentlich die

Chineſen einen ausgedehnten Gebrauch gemacht haben. Dieſe chineſiſchen Rollbrücken (Abb. 32) beſtehen aus zwei gegeneinander laufenden ſchrägen Ebenen, die an dem Treffpunkt einen Winkel von 90° miteinander bilden. Mit den unteren Enden reichen dieſe geneigten Ebenen in die beiden durch ſie zu verbindenden Kanalhaltungen. Die Schiffe werden gelöſcht (d. h. entladen) und alsdann mittels Winden die eine Ebene hinaufgezogen und die andere hinabgelaſſen. Da bei den Chineſen Zeit keine Rolle ſpielt, ſo genügen dieſen dieſe primitiven Vorkehrungen, während unſer ausgebildetes Verkehrsweſen naturgemäß weit größere Anforderungen an derartige Anlagen ſtellt und die Schiffseiſenbahnen (geneigte Ebenen) hat entſtehen laſſen.

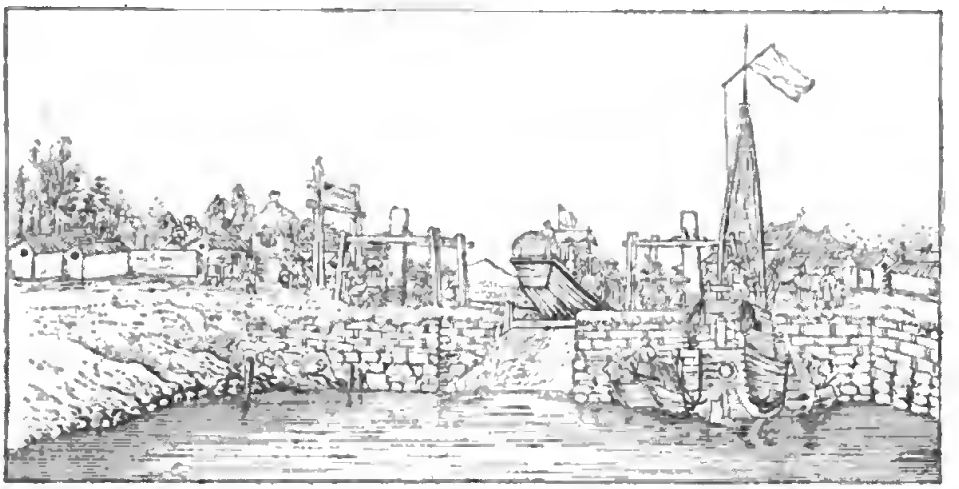

Abb. 32. Chineſiſche Rollbrücke.

Schiffseiſenbahnen ſind bisher ausgeführt:
am Morris-Kanal (Amerika) für 70 t Laſt bei 10—30 m Hubhöhe,
am Elbing-Oberländiſchen Kanal (Oſtpreußen) für 50—70 t Laſt bei 20—30 m Hubhöhe.
am Kanal von Monkland in Blackhill für 70—80 t Laſt bei 29 m Hubhöhe,
bei Georgetown für 110—115 t Laſt bei 11,6 m Hubhöhe,
in Japan am Biwaſeekanal für kleine Bote bei 30 m Hubhöhe.

Wie man hieraus erſieht, ſind Schiffseiſenbahnen bisher für Schiffe von der Größe, wie ſie das Henrichenburger Hebewerk zu befördern vermag, noch nicht zur Ausführung gekommen. Wohl aber ſind ſolche leiſtungsfähige Schiffseiſenbahnen

mehrfach projektiert worden. In erster Linie steht unter diesen Vorschlägen das Projekt des Ingenieurs Peslin. Der mit Wasser gefüllte Trog soll hiernach auf einer 1:25 ansteigenden Eisenbahn in der Verlängerung der Kanalaxe bewegt werden. Das Schiff fährt aus der anstoßenden Kanalhaltung direkt, geradeaus, ohne besondere Schwierigkeiten in den Trog ein, und ebenso nach erfolgter Hebung wieder aus demselben heraus. In dieser Beziehung besteht also weder zwischen einer Kammerschleuse, einem Hebewerk noch einer Schiffseisenbahn nach dem System Peslin ein Unterschied.

In dem Trog muß mit Rücksicht auf das kolossale Eigengewicht, welches ein solcher für ein Schiff von 600 t erlangt, möglichst mit dem Wasserraum gespart werden. Der Trog besitzt an seinen beiden Enden behufs Ermöglichung der Ein- und Ausfahrt der Schiffe Thore, die senkrecht gehoben werden und die, um leichter bewegt werden zu können, durch Gegengewicht ausbalanciert sind. Das Wagengestell, auf welchem der Trog liegt, ist mit einer großen Anzahl von Laufrädern versehen, die das riesige Gewicht des Wagens von etwa 1700 t auf die Fahrbahn gleichmäßig übertragen sollen. Für diese Schiffseisenbahn ist angenommen, daß zwei Tröge nebeneinander bewegt werden, so daß wie bei den Seilbahnen ein Wagen als Gegengewicht des anderen dient. Da eine derartige Schiffseisenbahn bisher nicht zur Ausführung gekommen ist, so muß es vorläufig unentschieden bleiben, ob die gefürchteten Mängel einer solchen Anlage, Längenänderungen bei Temperaturschwankungen, Schwankungen infolge der Elastizität, unruhiger Gang der Wagen und dadurch entstehende Wellenbewegungen des Wassers in einer solchen Stärke eintreten, daß ihre Beseitigung nicht möglich wäre.

Das Streben nach Herstellung einer guten, leistungsfähigen Schiffseisenbahn, trotz der unleugbaren, großen Schwierigkeit der Aufgabe, ist daraus zu erklären, daß die Überwindung eines großen Gefälles durch eine Hebeanlage die Möglichkeit geben würde, sehr lange Kanalhaltungen anzulegen. Der Vorteil langer Kanalhaltungen besteht in dem leichteren Betrieb einer maschinellen Schiffahrt.

Bei den Nachteilen, welche sowohl Hebewerken wie Schiffseisenbahnen anhängen, ist es erklärlich, daß man auf der Suche nach Steigerung der Leistungsfähigkeit der Kanäle auch der

Kammerschleuse seine Aufmerksamkeit zugewandt hat. Das Resultat ist insoweit ein erfreuliches, als man bereits eine Schleuse bei St. Denis bei Paris mit einer Stauhöhe bis zu fast 10 m (9,92 m) erbaut hat. Schleusen bis zu 20 m Gefälle sind projektiert. Um den unleugbaren Nachteil der Kammerschleusen, ihren großen Wasserbedarf (bei jeder Durchschleusung ist eine Füllung der Kammer erforderlich) zu ermäßigen, hat man das System der Wassersparbecken ausgebildet. Hierdurch ist es möglich einen mehr oder minder großen Teil des bei dem Senken des Wassers aus der Schleusenkammer abfließenden Wassers aufzufangen, um es bei dem Wiederauffüllen der Kammer von neuem zu benutzen.

Was die Erhöhung der Leistungsfähigkeit der Kanäle durch Ausbildung des Schlepptransportes anbetrifft, so sind diese Bestrebungen bisher noch nicht von vollem Erfolg gekrönt worden, aber die Aussicht ist vorhanden, daß das gesteckte Ziel erreicht werden wird. Auch hier ist es die Elektrizität, welcher der Sieg gehören dürfte. Das schon ziemlich alte Betriebsmittel des Leinenzuges der Schiffe durch Menschen oder Pferde erscheint allmählich immer mehr als nicht ausreichend. An seine Stelle ist bereits vielfach der das Lastschiff schleppende Schraubendampfer getreten. Aber diese Dampfer verursachen mehr oder weniger starke Wellen und diese wiederum haben leicht eine stärkere Inanspruchnahme und allmählich eine stärkere Beschädigung der Kanalböschungen im Gefolge. Um diese Nachteile zu beseitigen, ist der mechanische Leinenzug erfunden worden.

Der erste Versuch eines elektrischen Schiffszuges wurde bereits im Jahre 1838 von Prof. Jacobi in Königsberg angestellt, hatte jedoch zunächst keine praktischen Folgen.

Gegenwärtig stehen die folgenden Methoden der Schiffstauerei auf Kanälen im Vordergrund:

1. Der Seilzug mittels endlosen Seils. Mit derartigen Anordnungen, bei welchen die einzelnen Schiffe an das Wanderseil angehängt werden, wurden sowohl in Deutschland (am Oder-Spree-Kanal) wie in Frankreich (am Kanal von St. Maur und St. Maurice) Versuche gemacht. Bei den letzteren Versuchen hat sich ergeben, daß das Wanderseil, namentlich in den Kanalbiegungen, leicht von den Leitrollen abgleitet.

An einigen amerikanischen Kanälen ist der elektrische Schleppzug in der Weise zur Ausführung gekommen, wie dieses

Abb. 33 zeigt. An den Holzmaſten, die den Kanal entlang aufgeſtellt ſind, befinden ſich zwei Querarme. Der obere Arm trägt ein Drahtſeil, das als Tragkabel dient. An dem unteren Arm iſt das Zugkabel befeſtigt. Die Höhe des oberen Seils über dem Erdboden iſt etwa 5,3 m. Auf ihm laufen zwei miteinander verbundene, mit tiefen Rillen verſehene Rollen, an welchen das Traggeſtell mit dem elektriſchen Motor befeſtigt iſt. Das untere Seil iſt um eine Seilſcheibe gewickelt, die mittels Zahnrad und Schneckenüberſetzung von dem Motor an-

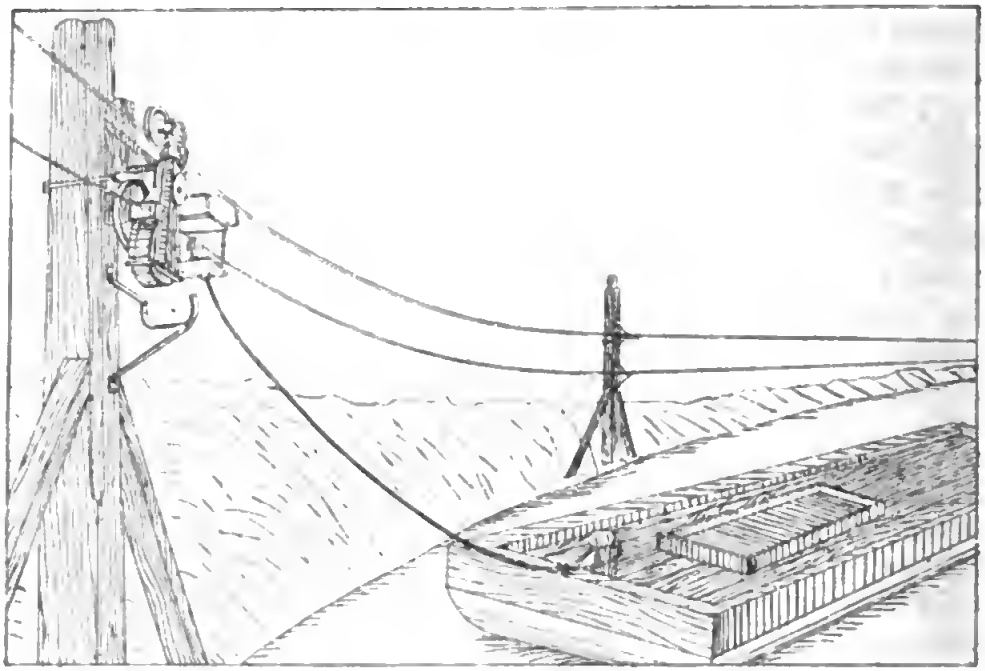

Abb. 33. Elektriſcher Schiffszug. Syſtem Lamp.

getrieben wird. Seitlich iſt an dem Geſamtapparat ein Motorführerſitz angebracht. Das Schiff wird mittels eines Seiles an den Apparat befeſtigt. Die Stromführung ergiebt ſich aus der in Abb. 34 dargeſtellten ſchematiſchen Anordnung.

Auf dem Kanal von Burgund iſt das in Abb. 35 wiedergegebene ſogenannte „elektriſche Pferd“ oder der „elektriſche Schlepper“ in Betrieb. Das Geſtell des Schleppers ruht auf drei Rädern. Das Vorderrad kann vom Führerſtand aus gelenkt werden. Die Stromzuführung geſchieht in ähnlicher Weiſe wie bei den elektriſchen Straßenbahnmotoren. Da Schienen hier nicht vorhanden ſind, ſo mußte ſowohl eine oberirdiſche Zu- als eine Rückſtromleitung vorgeſehen werden.

Ein wesentlicher Fortschritt auf diesem Gebiete dürfte durch den Beschluß herbeigeführt werden, den Seekanal von Brüssel mittels des mechanischen Schiffszugs zu betreiben.

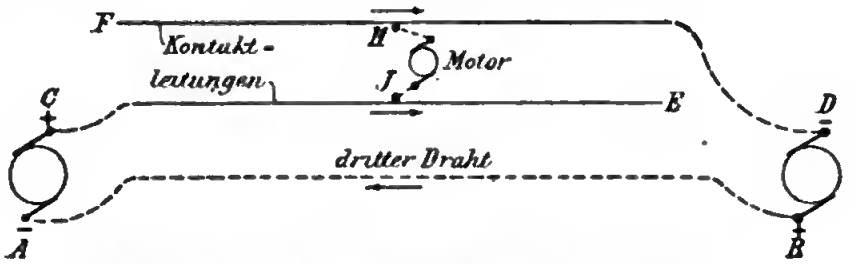

Abb. 84. Elektrischer Schiffszug. Stromführung.

Die angesehene Firma Siemens & Halske hat drei Arten des Schiffszuges mittels der Elektrizität vorgeschlagen: 1. mittels Kette, 2. mittels Schraubenschiffen, 3. mittels Lokomotiven.

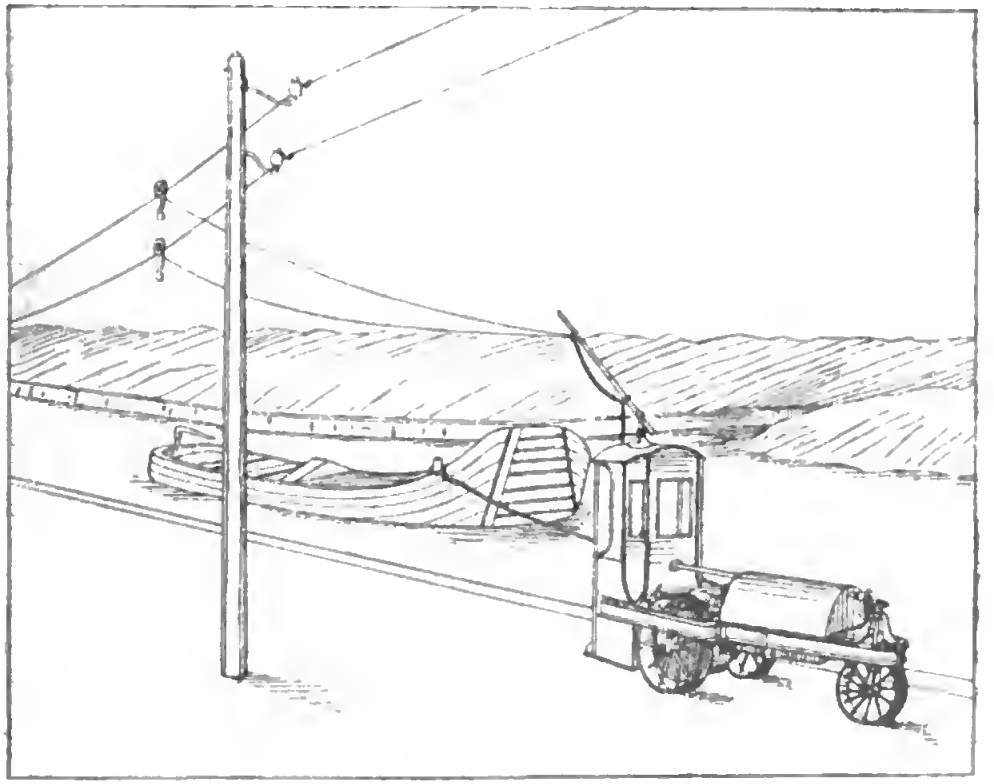

Abb. 85. Elektrischer Schiffszug. Elektrisches Pferd.

Die elektrische Kettentauerei unterscheidet sich prinzipiell nicht von der seit Jahrzehnten bereits in Benutzung befindlichen Dampftauerei. In beiden Fällen zieht sich das Schiff an einer

auf der Sohle des Kanals verlegten Kette entlang. Diese Kette läuft über eine Trommel des Schiffes und wird mechanisch bewegt. Während diese Bewegung im letzteren Fall durch eine Dampfmaschine erfolgt, wird sie im ersteren Fall durch einen elektrischen Motor erzeugt, dem der Strom durch ein Seil zugeführt wird.

Während man sich von den elektrischen Schraubenschiffen kein allzu günstiges Ergebnis verspricht, dürfte der dritte Vorschlag vielleicht die besten Resultate ergeben. Das System verdankt seine Ausbildung dem Ingenieur Köttgen. Derselbe verwendet kleine, leicht gebaute Lokomotiven, welche sich auf einem am Ufer verlegten Gleise bewegen (Abb. 36). Durch die Gewichtsverteilung der Lokomotive wird die eine Schiene bedeutend stärker wie die andere belastet. Die schwächer belastete Schiene kann, wenn solches wünschenswert erscheint, ganz fortfallen, so daß ein Teil der Räder auf dem Erdboden läuft. Die Stromzuführung erfolgt durch eine Rolle, die, im Gegensatz zu der bei elektrischen Straßenbahnen gebräuchlichen Anordnung, auf der oberen Seite des Kontaktdrahtes gleitet.

Die Lokomotive bewegt sich belastet, d. h. wenn sie Schiffe zieht, mit einer Geschwindigkeit von 4—5 km in der Stunde, beim Leerlaufen mit einer solchen von 8—9 km.

Seekanäle. Wie die Binnenschiffahrtskanäle so weisen auch die Seekanäle in ihrer Anlage einen ganz erheblichen Fortschritt auf. Sie gehören zu den bedeutendsten von der Ingenieurtechnik überhaupt hervorgebrachten Schöpfungen.

Das erste moderne Werk dieser Art, der Kanal von Suez, war gleich eine Leistung ersten Ranges und wurde vor nunmehr einem Menschenleben seiner Bestimmung, dem Weltverkehr neue Bahnen zu eröffnen, übergeben. Damit war von neuem die Trennung des Wassers des Indischen Ozeans von dem des Mittelmeeres aufgehoben, da der Suez-Kanal als eine völlig offene Meeresstraße, d. h. ohne jegliche Schleusen hergestellt worden ist.

Schon im grauen Altertum hatten hier die Pharaonen den Versuch einer Durchstechung gemacht. Die Ptolemäer waren diesem Beispiele gefolgt und wirklich war hier ein Kanal entstanden, der jedoch im Laufe der Jahrhunderte wieder zu Grunde gegangen ist, bis ihn Ferdinand von Lesseps in mächtigerer und dadurch in einer den vorgeschrittenen Anforderungen

Rechnung tragenden Form von neuem entstehen ließ. Heute hat durch andere Schöpfungen dieser Gattung der Suez-Kanal etwas von seinem Glanze eingebüßt, aber ihm wird stets der

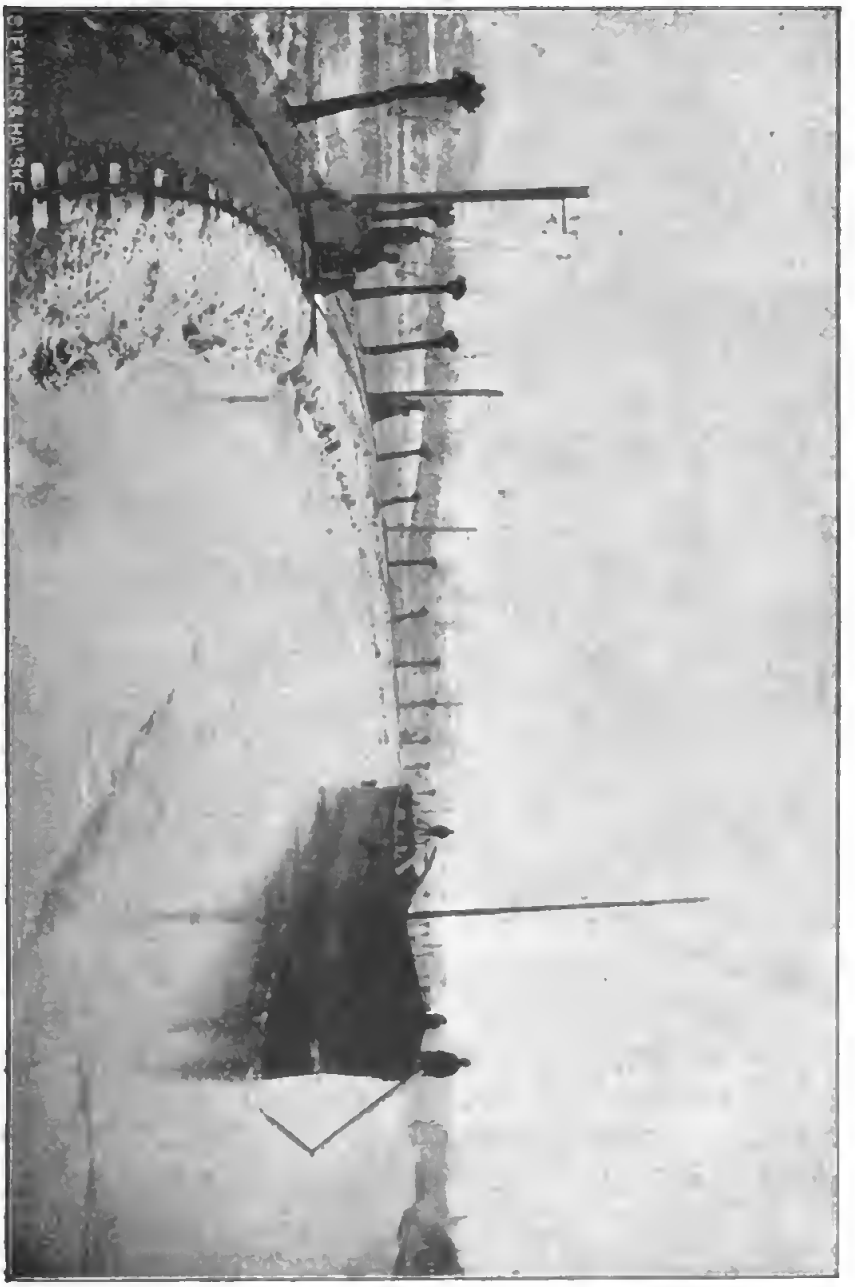

Abb. 36. Elektrischer Schiffszug. System Röttgen am Oder-Spree-Kanal.

Ruhm eines ganz außerordentlich schwierig zu vollendenden Unternehmens bleiben. Der jetzt selbst bei kleineren Unternehmungen übliche maschinelle Arbeitsbetrieb befand sich damals in der Entwicklung, und wenn selbst heute noch nach erfolgter weit-

Digitized by Google

vorgeschrittener Ausbildung der Arbeitsmaschinen die Herstellung der Seekanäle meistens mit vielen und nur schwer zu besiegenden Schwierigkeiten zu kämpfen hat, so vermag man zu ermessen, welche Hemmnisse bei dem Suez-Kanal zu bewältigen waren, der unter den glühenden Strahlen der afrikanischen Sonne gegraben werden mußte. Allein die Versorgung der Arbeitermassen mit Wasser bedingte lange Zeit hindurch täglich die Benutzung von 1600 Kamelen.

Die hauptsächlichsten Arbeitsmaschinen für die Bewältigung großer Erdmassen, wie sie bei jedem großen Kanalbau vor-

Abb. 37. Dampfbagger (Eimerbagger).

zukommen pflegen, sind die Naß- und Trockenbagger (Exkavatoren, Dampfschaufeln und Becherwerke). Während die ersteren die Entfernung des fortzuschaffenden Bodens unter Wasser gestatten (Abb. 37), ist es die Aufgabe der Exkavatoren, den Boden im Trocknen zu lösen (Abb. 38). Bei den Naßbaggern geschieht der Transport des gewonnenen Erdmaterials in Schiffsfahrzeugen (Baggerschutten genannt), bei den Trockenbaggern gewöhnlich mittels Transportzügen, deren Beladung direkt durch die Trockenbagger erfolgt. Die Konstruktion der Naßbagger ist eine sehr mannigfaltige. Man unterscheidet Eimer-, Pumpen-, Saugbagger. Bei den Eimerbaggern wird das Baggergut, der gewonnene

Boden, mittels auf dem Boden schleifender, mit scharfer Kante versehener Eimer gelöst und hochgebracht. Pumpen- und Saugbagger können nur bei einem feinen, sandigen Material verwendet werden. Das gewonnene Material wird hierbei gewöhnlich gleich durch eine Druckrohrleitung auf die Ablagerungsflächen geschafft.

In welchem ausgedehnten Maße derartige Maschinen heute, wo es gilt die umfangreichsten Arbeiten in sehr kurz bemessener Zeit zu bewältigen, zu Hilfe genommen werden, geht aus den für die Bauausführung des Kaiser Wilhelm-Kanals gültigen Zahlen hervor. Im Jahre 1892 waren 28 Trockenbagger in Thätigkeit. Die Fortschaffung des durch diese Arbeits- oder

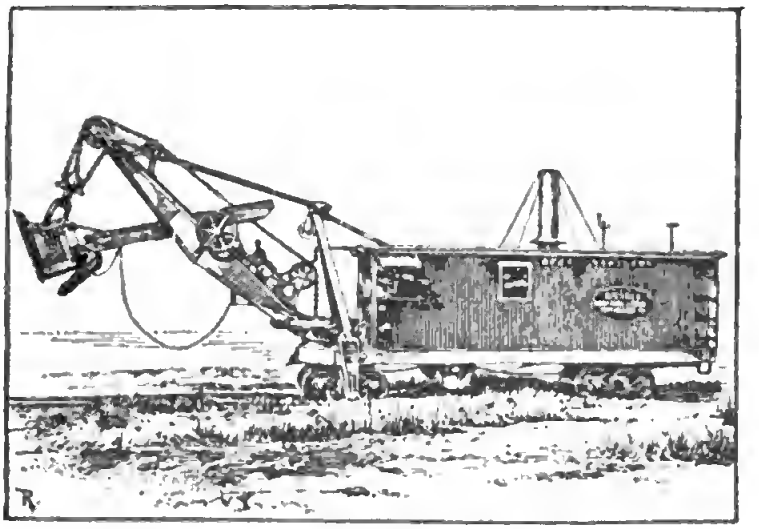

Abb. 38. Trockenbagger (Dampfschaufel).

Baumaschinen gelösten Bodens erforderte 94 Lokomotiven und 2756 Erdtransportwagen. Die Zahl der Naßbagger betrug bis zu 38. Im ganzen galt es bei diesem Bau 82 Million cbm Boden auszuheben, eine Arbeit, die einschließlich der großen Zahl der herzustellenden Brücken, Fähren, Schleusen ꝛc. in einem Zeitraum von nur acht Jahren beschafft wurde und insgesamt 156 Millionen Mark Kosten verursachte.

Gegen die beiden vorgenannten Kanäle steht der Kanal von Korinth weit zurück. Während die Länge des Suez-Kanals = 160 km, die des Kaiser Wilhelm-Kanals = 98,65 km beträgt, hat der Kanal von Korinth nur eine solche von 6,3 km. Dagegen weist der letztere Kanal von den drei genannten die größte Einschnittstiefe mit 80 m auf.

Nur eine Zeit wie die unsere konnte daran denken ein Werk wie den 57 km langen Manchester Seekanal zu schaffen, der es ermöglicht hat einer Binnenstadt Seeschiffe bis zu einem Tiefgang von fast 8 m zuzuführen.

Im Jahre 1897 gelangten 834 Schiffe mit einem Raumgehalt von 585 000 Registertonnen nach Manchester. Dieser Verkehr ist zwar für die Verhältnisse der Jetztzeit noch gering, man vergleiche hiermit beispielsweise den Seeschiffsverkehr von Hamburg mit 12 523 Schiffen und 7 354 118 Registertonnen Raumgehalt im Jahre 1898; immerhin wird der Kanal im Laufe der Zeit Manchester im wachsenden Maße Vorteile bringen.

Der Manchester Seekanal unterscheidet sich wesentlich von den vorher genannten dadurch, daß er nicht gleich diesen nur eine Haltung besitzt, sondern in denselben vier Schleusenanlagen eingeschaltet und somit mehrere Haltungen gebildet worden sind. Das Gefälle der Schleusen schwankt zwischen 4 und 5 m. Die größte Schleusenlänge beträgt 183 m.

Die Kosten des Kanals, ein Werk des Ingenieurs Leader Williams, betrugen rund 340 Millionen Mark.

Der Seekanal zur Verbindung der Stadt Brügge mit der Nordsee hat eine Sohlenbreite von 22 m, eine Tiefe von 8 m und eine Länge von 14 km. In Verbindung mit dem Kanal wird in Brügge ein Hafen, an der Nordsee bei Heyst eine Schleuse, sowie ein Binnen- und Außenhafen angelegt. Die Arbeiten erfordern Kosten im Betrage von 39 Millionen Mk.

Brügge war einst eine der bedeutendsten Handelsstädte der Welt. Die alte Hansastadt war durch einen Meeresarm unmittelbar mit dem Meer verbunden. Durch die zunehmende Versandung im Laufe der Jahrhunderte war schließlich nur ein 4,3 bis 4,5 m tiefer Kanal verblieben.

Dieselbe Tiefe wies der natürliche Wasserweg auf, der Amsterdam mit dem Meere in offene Verbindung setzt. Bereits im ersten Viertel dieses Jahrhunderts machte sich die Notwendigkeit der Schaffung einer leistungsfähigeren Wasserstraße gebieterisch geltend. Es entstand der 96 km lange Nordholländische Kanal. Aber auch diese Wasserstraße erwies sich mit der Zeit als unzureichend. Im Jahre 1863 wurde der Bau des neuen Amsterdamer Seekanals beschlossen. Gleich dem Kaiser Wilhelm-Kanal ist der Amsterdamer Seekanal an beiden

Enden durch Kammerschleusen abgeschlossen. Der Kanal führt durch den Y und in Verbindung mit seiner Herstellung erfolgte die Trockenlegung dieser Wasserfläche in einer Größe von 5700 ha. Der Kanal ist in der Zwischenzeit derart vertieft worden, daß ihn 8 m tiefgehende Seeschiffe befahren können.

Wenn auch noch nicht von Erfolg gekrönt, so kann das Projekt einer Durchstechung oder Durchquerung der Landenge von Panama doch nicht übergangen werden. Dem genialen Schöpfer des Suez-Kanals, Ferdinand von Lesseps, ist die Inangriffnahme der Ausführung einer Verbindung des Atlantischen mit dem Stillen Ozean durch eine für Seeschiffe benutzbare Wasserstraße zu danken. Der Urheber dieses Projekts ist allerdings kläglichst gescheitert, aber mit dem Zusammenbruch der Panama-Gesellschaft und dem Tode ihres Gründers ist der Gedanke an diese Verbindung nicht begraben worden. Eine neue Gesellschaft ist auf dem Plane erschienen, daneben sind die Vereinigten Staaten von Nordamerika an der Arbeit, um einen Nicaragua-Kanal entstehen zu lassen.

Lesseps hatte einen schleusenlosen Kanal zwischen Colon am Atlantischen und Panama am Stillen Ozean in einer Länge von 74 km geplant. Da der Atlantische Ozean eine Wasserstandsdifferenz zwischen Ebbe und Flut von 6,6 m besitzt, so wäre dieses Projekt schon aus diesem Grunde nicht ausführbar gewesen, vielmehr hätte auf alle Fälle, wie bei dem Kaiser Wilhelm-Kanal, an den beiden Kanalenden je eine Kammerschleuse zur Ausgleichung der Gezeitenwirkung und zur Fernhaltung der Strömungen erbaut werden müssen. Das gegenwärtig in erster Linie stehende Projekt sieht unter Berücksichtigung des Umstandes, daß es einen 100 m hohen Paß zu durchschneiden gälte, einen Schleusenkanal vor mit beiderseitiger Schleusentreppe und zwar je fünf Schleusen von 5—11 m Stauhöhe. Der höchste Wasserstand im Kanal ist zu 49 m über dem Meeresspiegel angenommen.

Das Konkurrenzunternehmen, der Nicaragua-Kanal, hat ebenfalls bereits fast 100 Millionen Mark Kosten verursacht, ohne daß bis jetzt abzusehen ist, wann er dem Verkehr übergeben werden wird. Die Länge des Nicaragua-Kanals würde 284 km betragen, wovon 92 km auf den See gleichen Namens entfallen. Dieser See liegt mit seinem Wasserspiegel $29\frac{1}{2}$ m über dem Meere. Ein aus demselben abfließender Fluß, der

San Juan, soll durch einen Staudamm um 18 m aufgestaut werden, so daß sein Wasserspiegel auf der großen Länge von etwa 150 km auf gleiche Höhe mit dem Nicaraguasee kommen würde. Westlich von dem See ist der Kanal bis zum Stillen Ozean als Schleusenkanal mit vier Schleusen geplant.

Auf dieser 27 km langen Strecke muß ein Durchstich durch die Cordilleren in einer Höhe von 127 m hergestellt werden. Während die Kosten der Fertigstellung des Panama-Kanals zu noch 400 Millionen veranschlagt sind, sind die Kosten des Nicaragua-Kanals zu 640 Millionen angesetzt, eine Summe, die sich als zu niedrig erweisen dürfte.

Die Frage, wann eine Wasserverbindung an dieser wichtigen Stelle wirklich hergestellt sein wird, kann somit heute leider noch nicht beantwortet werden.

Neben den vollständig künstlichen Wasserstraßen, den Kanälen, nehmen die gleichsam zu Kanälen umgewandelten Flußläufe, die kanalisierten Flüsse, eine hervorragende Stellung ein.

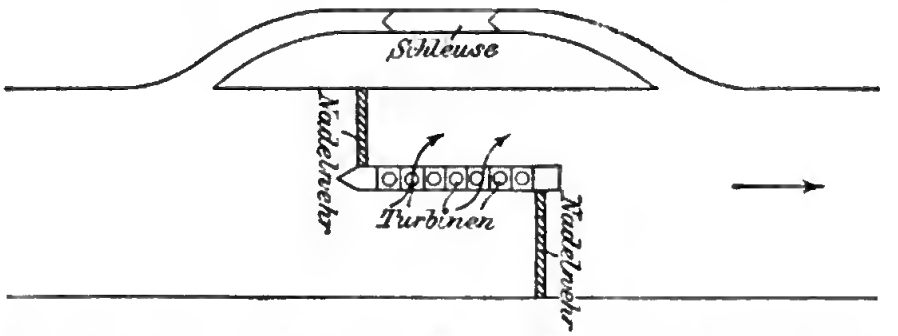

Abb. 39. Kanalisierter Flußlauf. Wehr mit Schleuse u. Turbinenanlage.

Zu diesem Mittel greift man, wenn die von dem Wasserlauf geführte Wassermenge nicht so groß ist, daß es selbst bei einer Regulierung des Flusses gelingen würde, eine genügende Fahrwassertiefe zu erhalten. In einem solchen Falle schreitet man dazu, Wehre in den Flußlauf zu bauen, durch welche das Wasser bis zu der erforderlichen Höhe angestaut wird. Um die Schiffahrt zu ermöglichen wird neben diesen Wehren eine Kammerschleuse eingebaut. Die Wehre errichtet man meistens als bewegliche, d. h. man wählt ihre Konstruktion derart, daß es möglich ist die Hindernisse bei starker Anschwellung des Flußlaufes, infolge heftiger Regengüsse oder bei eintretender Schneeschmelze, leicht zu beseitigen. In solchen Fällen findet, wenn

überhaupt, zwischen den einzelnen Haltungen des kanalisierten Flusses eine freie Schiffahrt statt. Es sind bereits mannigfache Vorschläge aufgetaucht, um das durch die Wasseranlagen entstehende Gefälle zu Kraftzwecken auszunutzen, etwa durch Turbinen, die hier eingebaut werden (Vorschlag des Baurats Prüsmann). (Abb. 39.) Eine Verwirklichung haben derartige Vorschläge bisher jedoch noch nicht gefunden. Auf dem Gebiete des Kanalbauwesens steht somit, trotz der bereits erzielten Resultate, den Konstrukteuren noch ein weites Feld zu ihrer Bethätigung offen.

VIII. Kapitel.

Moderne Hafenbauten.

Seit Jahrtausenden hat sich die Seeschiffahrt für das Verkehrswesen und damit für die Kultur von außerordentlich großem Einfluß erwiesen. Die Herrschaft auf dem Meere galt schon in früher Zeit als ein erstrebenswertes Ziel, welchem die an den Meeresküsten wohnenden Völkerschaften mit aller Macht zustrebten. Die Ägypter, namentlich aber die Phönizier und Griechen, trugen wesentlich zur Entwicklung der Seeschiffahrt bei. Wenn auch nicht in dem Maße wie die beiden letztgenannten Völker für die Seeschiffahrt veranlagt, so vernachlässigten die Römer doch diesen wichtigen Zweig keineswegs. Es gelang ihnen sogar die Macht der Karthager zu brechen und sich die Vorherrschaft auch auf dem Meere anzueignen. Im weiteren Verlaufe sehen wir dann die Venetianer und Genuesen, die Portugiesen, Spanier und die Holländer nach und nach auf dem Wasser erscheinen und während einer bestimmten Zeit die führende Rolle übernehmen, um schließlich von den Engländern abgelöst zu werden. Englands Vorherrschaft auf dem Meere ist noch heute vorhanden, wenn auch nicht mehr in dem ausschließlichen Maße wie in früheren Tagen. Die überaus große Bedeutung der Seeschiffahrt wird von den Völkern immer klarer erkannt und mit allen Mitteln sind eine Anzahl derselben an der Arbeit sich ihren Anteil an dem allgemeinen, auf dem Wasser sich abwickelnden Weltverkehr zu sichern resp. diesen zu vergrößern.

Rußland hat das seit Jahrhunderten mit großer Beharrlichkeit verfolgte Ziel in unseren Tagen erreicht, indem es in den Besitz von am offenen Meere belegenen Hafenplätzen, Wladiwostok, Port Arthur und Talienwan auf der Halbinsel

Liautung, gelangt ist. Die Zahl seiner Schiffe ist in stetem Wachsen begriffen.

Erfreulicherweise hat auch Deutschlands Handelsflotte einen ganz ungewöhnlich starken Aufschwung genommen und der deutsche Schiffsverkehr ist in einem überraschenden Maße gewachsen. Vom Jahre 1896 bis 1898 hat sich die Zahl der in den deutschen Häfen verkehrenden Schiffen um 25000 vermehrt und ist die Tonnage um $4\frac{1}{2}$ Millionen Registertonnen gestiegen.

Der große, zwischen den Nationen auf dem Ozean entbrannte Wettkampf führt naturgemäß, wie jede Konkurrenz, zu einem gegenseitigen Überbieten in den Leistungen. Wie für den Personenverkehr immer rascher fahrende, mit immer größeren Bequemlichkeiten ausgestattete Schiffe in den Dienst der großen Schiffahrtsgesellschaften eingestellt werden, so werden für den Frachtenverkehr immer mächtigere Dampfer in Betrieb genommen. Das zur Zeit raschesteSchiff, der Doppelschraubendampfer „Deutschland" (Eigentum der Hamburg-Amerika-Linie), hat eine Länge von 209 m, eine Breite von 20,5 m, eine Höhe von 13,5 m. Seine Tragkraft beträgt 16000 Tonnen, seine Maschinenkraft 35000 Pferdestärken. Dieses Schiff durcheilt mit einer stündlichen Geschwindigkeit von $23\frac{1}{2}$ Seemeilen (1 Seemeile = 1,852 km) den Ozean.

Die noch in stetem Wachsen begriffene Größe der Schiffe übt einen sehr weitreichenden Einfluß auf die Ausgestaltung der modernen Hafenanlagen aus.

Das charakteristische Merkmal der modernen Hafenanlagen (nur Handelshäfen werden hier betrachtet) besteht in der Löschung und Verladung der Schiffsgüter unmittelbar am Lande unter Unterstützung der besten und schnellsten Hilfsmittel. Zwar kannten auch frühere Zeiten schon eine derartige Handhabung des Lösch- und Ladeverkehrs, aber weder waren in jenen Zeiten die Schiffe auch nur annähernd so groß wie heute, noch hatte die Menschheit eine Ahnung von den maschinellen Hilfsmitteln unserer Zeit. Die Zeit selbst war zudem noch nicht ein so kostbares Gut wie in der Gegenwart.

Mittels Dampf-, hydraulischen- oder elektrischen Krähnen werden die Waren in Schuppen gebracht, die an den Quais

entlang erbaut sind. Diese Schuppen dienen an vielen Hafenorten lediglich zu einer ganz kurzen Lagerung und zum Sortieren der Waren. Von hier aus gehen die Waren per Bahn oder per Landfuhrwerk an ihren Bestimmungsort. Die zu Wasser weitergehenden Waren werden nicht selten ebenfalls an den Quais und zwar von den Schiffen aus direkt in die neben den Seeschiffen auf der anderen Seite liegenden Flußfahrzeuge verladen. In gleicher Weise werden die Güter an die Seeschiffe herangebracht.

Dreierlei Art sind die Radien, die sich von den modernen Seehafenorten aus erstrecken: Seelinien, Bahnlinien und die Linien der Binnenschiffahrt. Je ausgebildeter jede einzelne dieser Linien ist, umso bedeutender entwickelt sich der Verkehr des Hafens und umso umfangreicher müssen die Anlagen zur Bewältigung dieses Verkehrs gestaltet werden.

Die erste Gattung, die Seelinien, sind naturgemäß jedem Seehafen eigen. Die Bahnlinien und Binnenschiffahrtslinien sind für die Gestaltung des Verkehrs in einem Seehafen erklärlicherweise von sehr großer Bedeutung, da sie die Zu- und Abfahrtsstraßen für alle Güter sind, die nicht seewärts bewegt werden. Sie schaffen das, was man mit dem Ausdruck „Hinterland eines Seehafens" bezeichnet. In manchen Fällen gelingt es dieses Hinterland künstlich zu schaffen, wie sich solches z. B. bei dem Hafen von Genua verfolgen läßt. Während Marseille noch im Jahre 1881 die erste Stelle unter allen Häfen des Kontinents einnahm, ist dieser Hafenort mittlerweile nicht nur von Hamburg und Antwerpen, sondern sogar von Genua überflügelt worden. Der Tonnengehalt des Marseiller Hafenverkehrs hat in seiner Steigerung eine wesentliche Einschränkung erfahren, deren Ursache von der Marseiller Handelskammer hauptsächlich und wohl zutreffend in der Durchbohrung des St. Gotthards erblickt wird. Die in der Ausführung begriffene Durchbohrung des Simplons wird Genua weitere Vorteile zu teil werden lassen, da es natürlich erscheint, daß die Waren Nord- und Mittel-Europas in Zukunft noch mehr als bisher ihren Weg über Genua nehmen werden, statt den längeren und teueren Weg über Marseille zu benutzen. So befremdend es auch erscheint, so ist Hamburg doch in einem größeren Maße ein Ausfuhrhafen österreichischer Waren als Triest. Diese Erscheinung ist ebenfalls darauf zurückzuführen, daß die Ver-

bindung Triests mit dem Hinterlande nicht in einer den Verkehrsbedürfnissen entsprechenden Art und Weise bis jetzt bewirkt worden ist. Hierzu kommt, daß in beiden Fällen der richtige Unternehmungsgeist fehlt, der selbst bei dem Vorhandensein guter Verkehrsbeziehungen ein nicht zu unterschätzender Faktor ist. Erfreulicherweise macht sich dieser Unternehmungsgeist im Deutschen Reich in steigendem Maße geltend und er bewirkt, daß die Erkenntnis von der Bedeutung von Handel und Verkehr in Deutschland hoffentlich eine immer allgemeinere wird.

Wie bereits oben erwähnt hat die Konkurrenz dazu geführt, immer größere Schiffe zu bauen. Das in diesen steckende Kapital ist ein so bedeutendes, daß es einem Privatmann allein kaum mehr möglich ist größere Schiffsunternehmungen auf alleinige Kosten und Gefahr ins Leben zu rufen und zu betreiben. Wie auf anderen Gebieten des Verkehrs, so haben sich auch auf dem des Seeverkehrs große Gesellschaften gebildet, die, mit bedeutenden Kapitalien versehen, eine ausgedehnte Seeschiffahrt betreiben. Deutschland zählt die beiden größten Schiffsgesellschaften der Welt sein eigen: die Hamburg-Amerika-Linie und den Norddeutschen Lloyd in Bremen. Das Schiffsmaterial der ersten Gesellschaft hat, einschließlich einiger im Bau begriffenen Schiffe, eine Tragfähigkeit von 458202 Reg.-Tons, das der letztgenannten von 416664 Reg.-Tons.

Das heute in den einzelnen Schiffen steckende große Kapital bedingt, um einen genügenden Nutzen zu gewähren, eine sehr intensive Ausnutzung des Schiffsmaterials. Um diese zu ermöglichen ist neben einer ständig angestrebten größeren Fahrgeschwindigkeit vor allen Dingen erforderlich, die Expedition der Schiffe in den Häfen nach Möglichkeit zu beschleunigen, und zwar von dem Moment an, in welchem das Schiff der Küste sich nähert, bis zu dem Augenblick, in dem es diese wieder aus dem Auge verliert.

Das erste Erfordernis ist daher, daß die Seefahrer von der See aus mit Sicherheit den Ort erkennen können, an dem sie sich befinden. Die Küste ist aus diesem Grunde mit Merkzeichen ausgestattet, die aus Baaken und Leuchtfeuern bestehen. Unter Baaken versteht man hölzerne Gerüste in der Art der in den Abb. 40 und 41 dargestellten. Diesen nur am Tage sichtbaren Gerüsten giebt man eine möglichst ver-

ſchiedene Form, um ſie voneinander leicht und ſicher unterſcheiden zu können.

Liegt der Hafen, welchem das Schiff zuſteuert, an einem Fluß, wie ſolche Lage für viele Seehäfen zutrifft, ſo findet es,

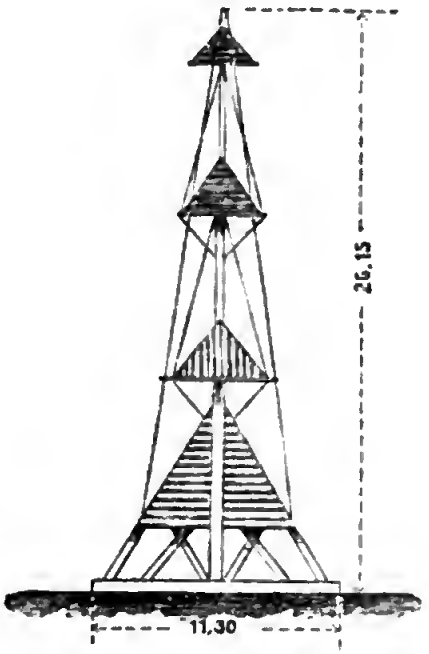

Abb. 40. Baake.

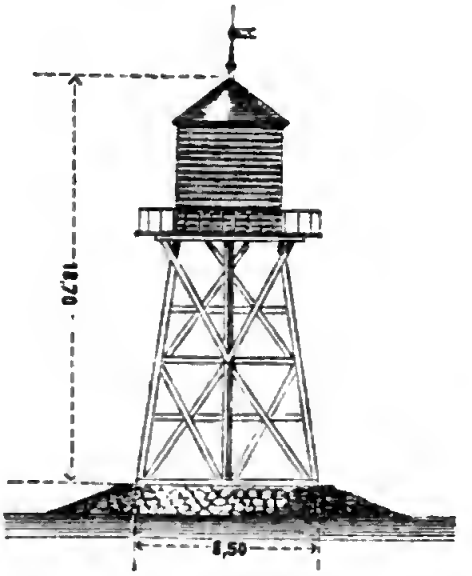

Abb. 41. Baake.

ſobald es ſich der Mündung nähert, das Fahrwaſſer durch ſchwimmende Zeichen kenntlich gemacht. Dieſe Zeichen (Abb. 42 und 43) nennt man Bojen. Auch dieſe Tonnen haben ihre

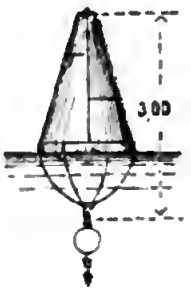

Abb. 42. Boje.

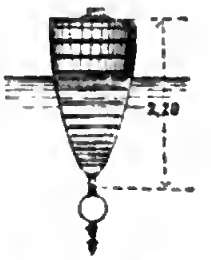

Abb. 43. Boje.

charakteriſtiſchen Formen. So bezeichnet man durch beſtimmte Bojen die Lage von Wracks, durch andere Spaltungen des Fahrwaſſers u. ſ. w.

Die Leuchtfeuer weiſen bei Nacht dem einkommenden oder

ausfahrenden Schiffsführer den Weg, vorausgesetzt, daß nicht Nebel ihre Wirksamkeit illusorisch macht.

Die erzielten Fortschritte in dem Befeuerungswesen, worunter man die sämtlichen Anlagen zur Beleuchtung des Fahrwassers versteht, sind sehr erheblich.

Für die moderne „Befeuerung", d. h. Markierung des Fahrwassers während der Dunkelheit, finden Verwendung: Feuerschiffe, Leuchtbojen, Leuchtfeuer.

Die Feuerschiffe und Leuchtbojen kommen im Wasser selbst zur Verlegung, während die Leuchtfeuer am Lande Aufstellung finden. Man unterscheidet bei den letzteren „Richtfeuer" und „Leitfeuer". Früher waren fast ausschließlich Richtfeuer in Verwendung. Hierunter werden Leuchtfeuer mit verschiedenfarbigen Lichtsektionen verstanden. Ein Leitfeuer besteht dagegen stets aus zwei Leuchtfeuern, einem hohen und einem niedrigen. Ihre Verbindungslinie stellt die Richtungs- oder Leitlinie für den Kurs der Schiffe auf einer bestimmten Fahrwasserstrecke dar. Man richtet diese Leitfeuer meistens gleichzeitig so ein, daß sie dabei auch noch als einfaches Richtfeuer Dienste verrichten können.

Die Wirksamkeit der Leuchtfeuer hat durch die Erfindung des französischen Ingenieurs Fresnel eine wesentliche Erhöhung erfahren. In den Fresnelschen Glaslinsen- und Prismenapparaten wird das gesamte Licht gesammelt und nach der gewünschten Richtung konzentriert gesandt. Die einzelnen Leuchtfeuer müssen, sollen sie ein sicheres Merkmal dafür abgeben, an welchem Punkte sich ein Schiff befindet, mit Bestimmtheit voneinander unterschieden werden können. Aus diesem Grunde giebt man den Lichtern eine verschiedene Farbe und ordnete sie als feste oder Blink-Lichter an. Während bei der ersteren Art Leuchtfeuer das Licht beständig sichtbar ist, wechseln die Lichtblinke bei der letzteren Art nach einem bestimmten Rhythmus.

Die beste Betonnung und Befeuerung versagt jedoch, sobald Nebel eintritt. Der menschliche Geist hat Vorrichtungen ersonnen, um auch in diesem Falle die Schiffe nicht ganz über ihre Lage in Ungewißheit zu lassen. Derartige Apparate sind die Sirenen und Semaphoren, mittels welcher schrille Töne erzeugt werden, um die Schiffe vor gefahrbringenden Stellen zu warnen. Diese Vorrichtungen genügen jedoch nicht,

um etwa einem Schiff die Weiterfahrt in einem Flußlauf zu ermöglichen, vielmehr müssen die Schiffe dort, wo der Nebel sie überrascht, vor Anker gehen.

Ein Haupterfordernis eines leistungsfähigen Hafens besteht in seiner jederzeitigen Zugänglichkeit. Hafenorte, die unmittelbar am Meere liegen, haben häufig von Natur eine übergroße Wassertiefe. An manchen Stellen der Erde muß jedoch auch bei einer solchen Lage der Mensch den natürlichen Verhältnissen nachhelfen, indem die Ablagerungen verhütet oder beseitigt werden müssen. Die Aufgaben, die in dieser Beziehung zu lösen sind, sind zum Teil gewaltig und ihre Lösung ist nur durch die Vervollkommnung und große erreichte Leistungsfähigkeit der Arbeitsmaschinen möglich geworden. Um ungenügend tiefe Flußmündungen und Flußläufe zu vertiefen, werden umfangreiche Stromkorrektionen vorgenommen.

Als hervorragende Beispiele derartiger Schöpfungen können die Arbeiten an einer Anzahl englischer Flüsse und an der Weser angeführt werden. In zahlreichen Fällen ist es bereits, wenn auch nur unter Aufwendung ganz bedeutender Geldmittel, erreicht worden, eine größere Schiffahrtstiefe zu erzielen. So konnten auf der Weser bereits sechs Jahre nach Inangriffnahme der Korrektionsarbeiten Schiffe mit einem Tiefgang von 5 m nach der Stadt Bremen gelangen. Eine solche Tiefe ist jedoch heute noch nicht ausreichend für einen Welthafen, vielmehr muß ein auf voller Höhe stehender Hafen mindestens für Schiffe von 7—8 m zugänglich sein. Dieses ständig zunehmende Tiefenmaß verursacht, daß an zahlreichen Stellen der Erde immer wieder von neuem gewaltige Stromkorrektionsarbeiten geplant werden oder bereits in der Ausführung begriffen sind.

In geschickter und sinnreicher Weise hat der Mensch gelernt dort, wo Flut und Ebbe herrschen, sich diese für seine Zwecke nutzbar zu machen. Immer gewaltigere Bagger (Maschinen zur Beseitigung der Erde unter Wasser) werden erbaut und bei den Strombauten verwandt. Der Dampfsaugbagger Beta auf dem Mississippi hat eine stündliche Leistungsfähigkeit von 4500 cbm.

Bei der Bedeutung und dem Werte der Zeit ist es nur zu erklärlich, daß der menschliche Geist nicht eher geruht hat, als bis er auch ein wirksames Mittel gefunden hat, um das der Schiffahrt im Winter durch das Eis bereitete Hindernis zu beseitigen. Diesem Zwecke dienen die Eisbrecher (Abb. 44). Die

Vorbedingung zur Schaffung von Eisbrechern war die Ersetzung der hölzernen Schiffe durch eiserne, denn eine Durchbrechung einer starren oder fest zusammengeschobenen Eisdecke wäre für ein hölzernes Fahrzeug kaum möglich und jedenfalls sehr gefährlich gewesen. Die heute eine immer ausgedehntere Verwendung findenden Eisbrecher sind stark gebaute, eiserne Dampfschiffe von einer solchen Bodenform, daß dieselben sich bei dem mit voller Kraft stattfindenden Anfahren auf die Eisdecke zu einem Teil hinaufschieben und durch ihr Gewicht ein Durchbrechen des Eises bewirken, ohne sich jedoch in dem Eise einzuklemmen.

Abb. 44. Eisbrecher.

Den gut konstruierten Eisbrechern ist es zu danken, daß Hamburgs Häfen seit dem Jahre 1876 im Winter nicht wieder der Schiffahrt versperrt waren.

Von sehr wesentlichem Einfluß auf die äußere Gestaltung eines Hafens ist dessen natürliche Lage. Bei den am offenen Meere liegenden Häfen ist es in der Regel erforderlich besondere Vorkehrungen zu treffen, um den Schiffen das Einlaufen jederzeit zu ermöglichen und dieselben gegen den Wellenschlag zu schützen.

Zu diesem Zwecke werden Anlagen geschaffen, die bezeichnenderweise „Wellenbrecher" genannt werden. (Abb. 45.) Die Wellenbrecher sind jedoch keine spezifische Eigentümlichkeit der modernen Häfen, vielmehr wurden solche Bauwerke bereits im Alter-

tum in ziemlich großer Ausdehnung geschaffen. Zu dem mit einem Leuchtturm versehenen Wellenbrecher vor dem Claudiushafen an der Tibermündung ward das Schiff benutzt, welches den jetzigen vatikanischen Obelisken von Ägypten nach Rom gebracht hatte. Dieses Schiff verankerte man an der Stelle, an welcher der Wellenbrecher errichtet werden sollte und füllte den Schiffsraum so lange mit Konkret (einem Gemisch von Cement, Sand und Steinschlag) aus, bis das Fahrzeug sank. Alsdann verstärkte man das Fundament durch Felsstücke, indem man so

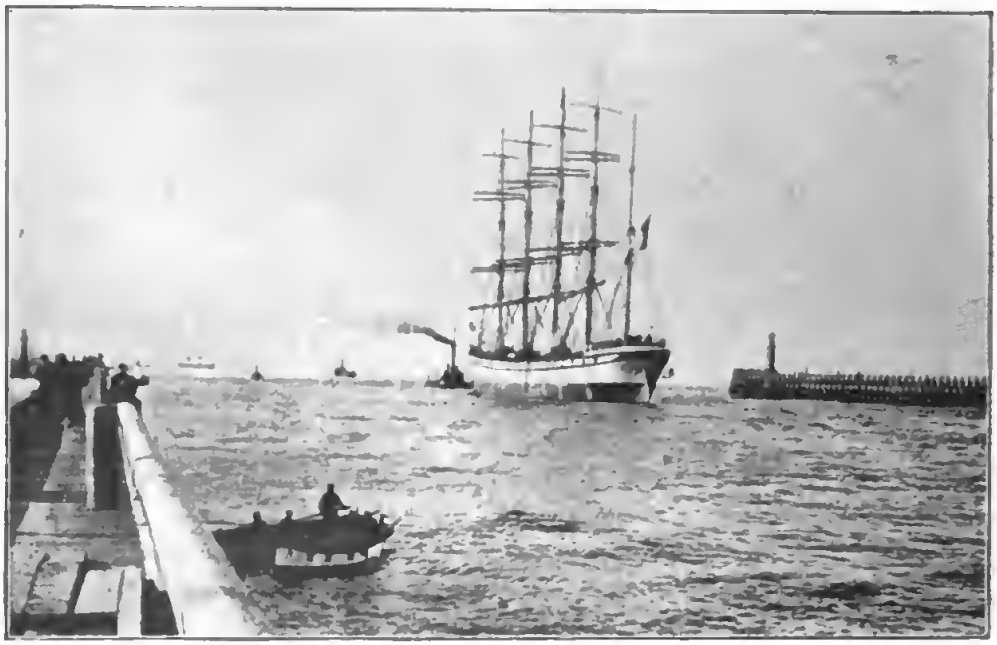

Abb. 45. Wellenbrecher an der Hafeneinfahrt von Dünkirchen.

lange Steine in das Meer warf, bis der Damm aus ihm hervorsah. (Näheres hierüber siehe Merckel, Ingenieurtechnik im Altertum.) Das 19. Jahrhundert hat ganz gewaltige Werke dieser Art entstehen lassen. Während man bis vor nicht allzu langer Zeit hierbei ähnlich verfuhr wie bei dem einstigen Wellenbrecher am Claudiushafen, wird heute die Steinschüttung in einem mehr oder minder großen Umfange durch mächtige regelmäßig verlegte Betonblöcke ersetzt.

Zu den bedeutendsten Wellenbrechern gehört der 1400 m lange Molenbau in Neapel (Molo Vicenzo). Dieser Damm ist in einer Wassertiefe von 30,5 m errichtet und übertrifft an Größe alle bestehenden Hafendämme der Erde. Der Wasserwechsel ist ver-

hältnismäßig sehr gering, er beträgt kaum einen halben Meter, bei starkem Seegang kommen jedoch Wellen von 4 m Höhe vor.

Wird der Hafendamm mittels Steinschüttungen gebildet, so entstehen erklärlicherweise ziemlich flache Böschungen. Dieselben verhindern ein direktes Anlegen der Schiffe an der Mole. Neuere Molenbauten hat man mit steileren Böschungen versehen, was durch die Benutzung von Beton resp. von Betonblöcken ermöglicht worden ist. Man hat bei einzelnen Molenbauten, so in Bilbao, Dublin, Blöcke von ganz enormen Dimensionen verwandt. In Dublin wurden künstliche Blöcke bis zu 350000 kg Gewicht versenkt. Zu dieser Arbeit benutzt man gewaltige Krähne, die in neuester Zeit elektrisch betrieben werden.

Die Wellenbrecher sind bei den gewaltigen Dimensionen, welche ihnen meistens zu geben sind, sehr kostspielige Anlagen, deren Kosten in einzelnen Fällen über 50 Millionen Mark betrugen. Die Kosten eines Meters schwanken zwischen 5000 und 23000 Mark.

Liegt ein Seehafen an einem Meeresteil oder an einem Fluß, welcher keine allzu erheblichen Unterschiede in dem Wasserstande aufweist, so läßt man die Hafenbassins in unmittelbarer Verbindung mit dem Meere resp. dem Fluß. Ist die Differenz dagegen sehr groß, wie an vielen Stellen des Atlantischen Ozeans, so müßten die Ufermauern ganz außerordentlich hoch werden, da es ja den Schiffen auch noch bei Niedrigwasser möglich sein muß hier eine gesicherte Lage zu finden, d. h. auch bei diesem Wasserstande muß vor den Mauern noch eine genügende Wassertiefe vorhanden sein, damit die Schiffe nicht auf Grund geraten. Die durch derartige starke Schwankungen des Wasserstandes für das Löschen und Laden der Schiffe entstehenden Schwierigkeiten, wie nicht minder die großen Kosten, welche so hohe Mauern erfordern würden, haben dazu geführt, daß man bei einem gewissen Maße dieser Schwankungen die Häfen gegen das Meer oder den Fluß absperrt. Auch ein zu starker Schlickfall kann dazu zwingen, die Hafenbecken gegen das Meer abzusperren, da alsdann die Tiefenerhaltung leichter möglich ist. Diese Absperrung bewirkt man durch die Einbauung von Schleusen, sogenannte Dockschleusen, wonach derartige Häfen Dockhäfen benannt werden, im Gegensatz zu den offenen Tidehäfen. England ist infolge seiner natürlichen Verhältnisse reich an Dockhäfen. Der Tidewechsel, d. h. die Wasserstandsdifferenz zwischen Flut und Ebbe, ist hier ein sehr

großer. Er beträgt für London 6, für Liverpool 8 m. Durch die Schleuse wird in dem abgesperrten Hafenbassin ein bestimmter Wasserstand gehalten.

Vielfach erlaubt die Konstruktion der Dockschleusen nur die Einfahrt der Schiffe bei einem bestimmten Wasserstand, d. h. bei einem äußeren Wasserstande, der dem in dem Bassin gehaltenen gleich ist. In neuerer Zeit hat man jedoch an einzelnen Hafenorten Dockschleusen von so gewaltigen Dimensionen gebaut, daß die Seeschiffe jederzeit in die Hafenbassins und aus denselben wieder heraus gelangen können. Das größte Bauwerk dieser Art ist zur Zeit die Schleuse des Kaiserhafens in Bremerhaven. Diese Kammerschleuse hat eine Länge von 320 m, eine Thorweite von 28 m und eine Kammerbreite von 45 m.

Selbstverständlich ist es für einen Hafenort von sehr günstigem Einfluß, wenn die natürlichen Verhältnisse die Anlegung von offenen Tidehafenbassins gestatten. In dieser günstigen Lage ist u. a. der größte Seehafen des Kontinents Hamburg, dessen mittlere Flutgröße nur 1,90 m beträgt.

Der große Tiefgang der modernen Seedampfer bedingt immer gewaltigere und kostspieligere Hafenmauern. Bei Herstellung der Quaimauern kommen die verschiedensten Bauweisen zur Anwendung. Man stellt diese Mauern auf Pfahlrammungen, Steinschüttungen, Brunnen ꝛc. her. Die kostspieligste Methode ist im allgemeinen die pneumatische. Zu derselben muß man seine Zuflucht nehmen, wenn die Hafenmauern in sehr tiefem Wasser zu erbauen sind. In dieser Weise sind in Bordeaux, Genua, Antwerpen und an anderen Orten die Quaianlagen hergestellt. Die Ufermauern in Antwerpen reichen 10,6 m unter das Niedrigwasser der Schelde.

Die immer häufiger auszuführenden Arbeiten unter Wasser haben dazu geführt, Mittel zu ersinnen, um diese schwierigen Arbeiten gut und rasch beschaffen zu können.

Heute finden zu diesem Zwecke Taucher, die mit sehr vollkommenen Anzügen ausgestattet sind, Taucherglocken und besonders Taucherschachte Verwendung.

Die erreichte weitgehende Ausbildung der Taucherschachte hat insbesondere einen großen Fortschritt in der Erbauung der Hafenwerke ermöglicht.

Die Taucherschachte (Abb. 46.) bestehen in einem größeren, durch einen Schacht mit der Oberfläche in Verbindung stehen-

den Arbeitsraum. Der Schacht ist durch sogenannte Luftschleusen abgeschlossen. In den gesamten inneren Teil (Caisson)

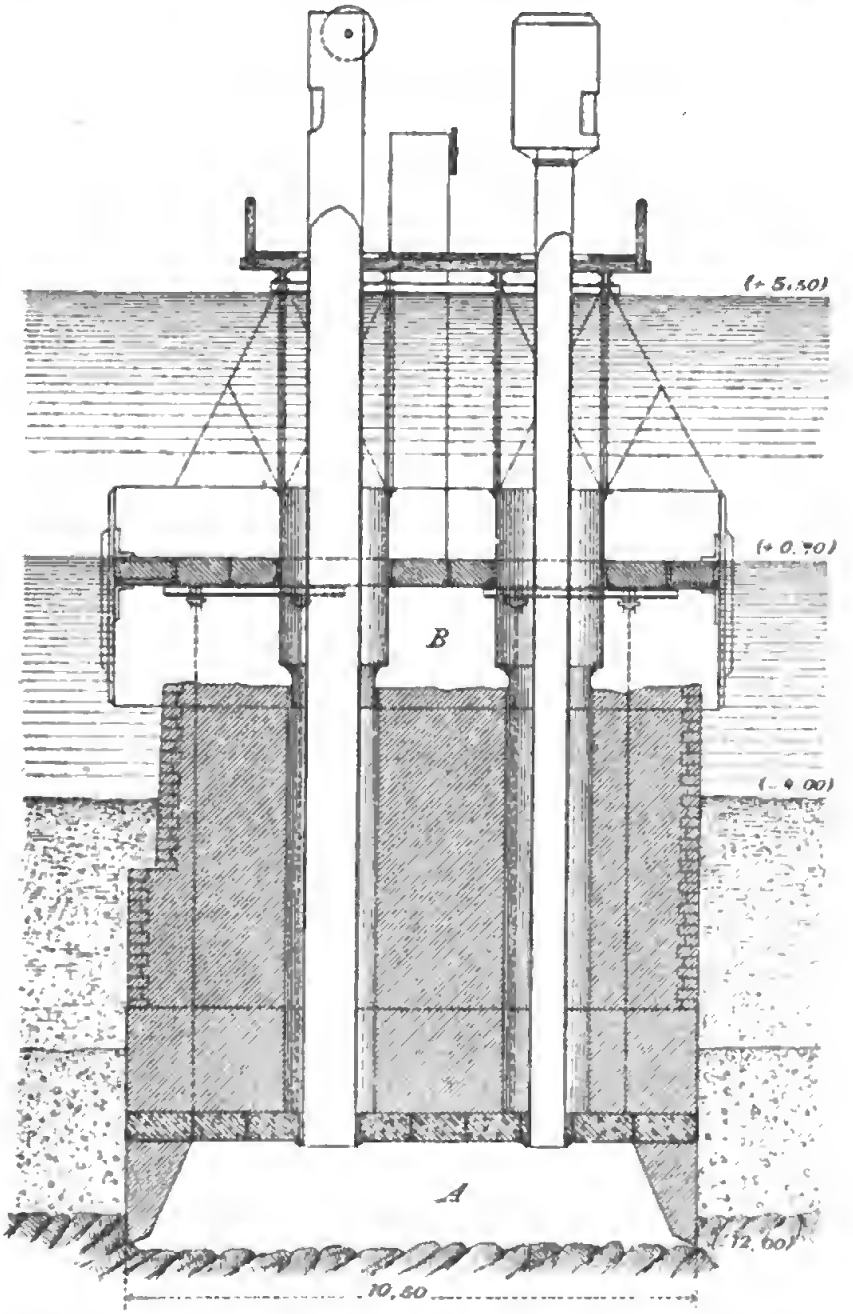

Abb. 46. Taucherschacht.

wird Luft, von höherem Druck als die atmosphärische besitzt, eingepreßt (daher Druck- oder Preßluftgründung, auch pneumatische Gründungsmethode genannt). Der Pressungsgrad richtet sich nach der Tiefe unter Wasser, in welcher jeweilig zu

arbeiten ist, wobei bemerkt werden muß, daß im allgemeinen über einen Druck von drei Atmosphären nicht hinausgegangen werden kann, da der Mensch einen höheren Luftdruck nicht zu ertragen vermag, ohne seine Gesundheit zu gefährden. Die gepreßte Luft verhindert den Eintritt des Wassers in den Arbeitsraum, so lange dieser Druck den Wasserdruck übersteigt. Es muß sonach stets etwas Überdruck in dem Arbeitsraum vorhanden sein.

Mit Hilfe derartiger Taucherschachte ist in Bordeaux eine 1500 m lange Quaimauer an der Garonne erbaut worden, die eine Höhe von 18—22 m erhielt. Hierbei wurde es sogar erforderlich zwei pneumatische Arbeitskammern übereinander zu schaffen, eine (A) am Boden für den Aushub der Erde und damit für die Versenkung, und eine (B) zur Herstellung des Mauerwerks, soweit dieses unter Niedrigwasser reichte.

Längs der Quaimauern sind in der Regel umfangreiche Schuppen, in manchen Fällen auch Speicher errichtet, die durch Straßen und Eisenbahngleise eine landseitige Verbindung erhalten. Je nach der Stärke des Verkehrs ist die Zahl der an den Hafenmauern entlang aufgestellten Krähne eine mehr oder minder große. Die Tragfähigkeit der Krähne ist im allgemeinen nicht größer als 2000—3000 kg. Für größere Lasten werden an besonderen Stellen einzelne stärkere Krähne aufgestellt, deren Tragfähigkeit bis 150000 kg beträgt (so der große Krahn in Hamburg).

Der sehr gestiegene Umfang der in den Hafenorten zum Löschen resp. zur Verladung kommenden Gütermengen hat dazu geführt, für bestimmte Güter wie Getreide, Kohlen, Erze besondere Lösch- und Ladevorrichtungen zu schaffen. In der Ausbildung dieser Vorrichtungen ist Amerika vorbildlich vorgegangen. Die großen zur Ausfuhr kommenden Getreidemengen ließen es erwünscht, ja notwendig erscheinen, die Getreidemassen billig lagern und transportieren zu können, welche Zwecke die Silospeicher mit ihren Elevatoren, Transportbändern ꝛc. erfüllten. Das die Flüsse herabkommende oder in Eisenbahnwagen anlangende Getreide wird durch Elevatoren (Becherwerke) in die riesigen Speicher geschafft, hier in einzelnen Abteilungen (Silos genannt) gelagert und wiederum durch mechanische Einrichtungen in Schiffsfahrzeuge oder Land- und Eisenbahnfuhrwerke geschafft. Um die großen transatlantischen Getreidedampfer zu laden oder zu löschen sind große schwimmende Elevatoren gebaut, die sich in dem Hafen neben den Dampfer legen, um die

Löschung zu vollziehen. Bei den neuesten derartigen Elevatoren erfolgt die Hebung des Getreides nicht mehr mittels Becherwerken, sondern durch den Luftzug, weshalb diese Verrichtungen als pneumatische Elevatoren bezeichnet werden. Die einzelnen Getreidekörner werden durch einen entsprechend kräftigen, in Schläuchen wirkenden Luftzug mitgerissen und hochgehoben und gelangen auf diese Weise in das für den Weitertransport bestimmte Schiff. (Abb. 47.)

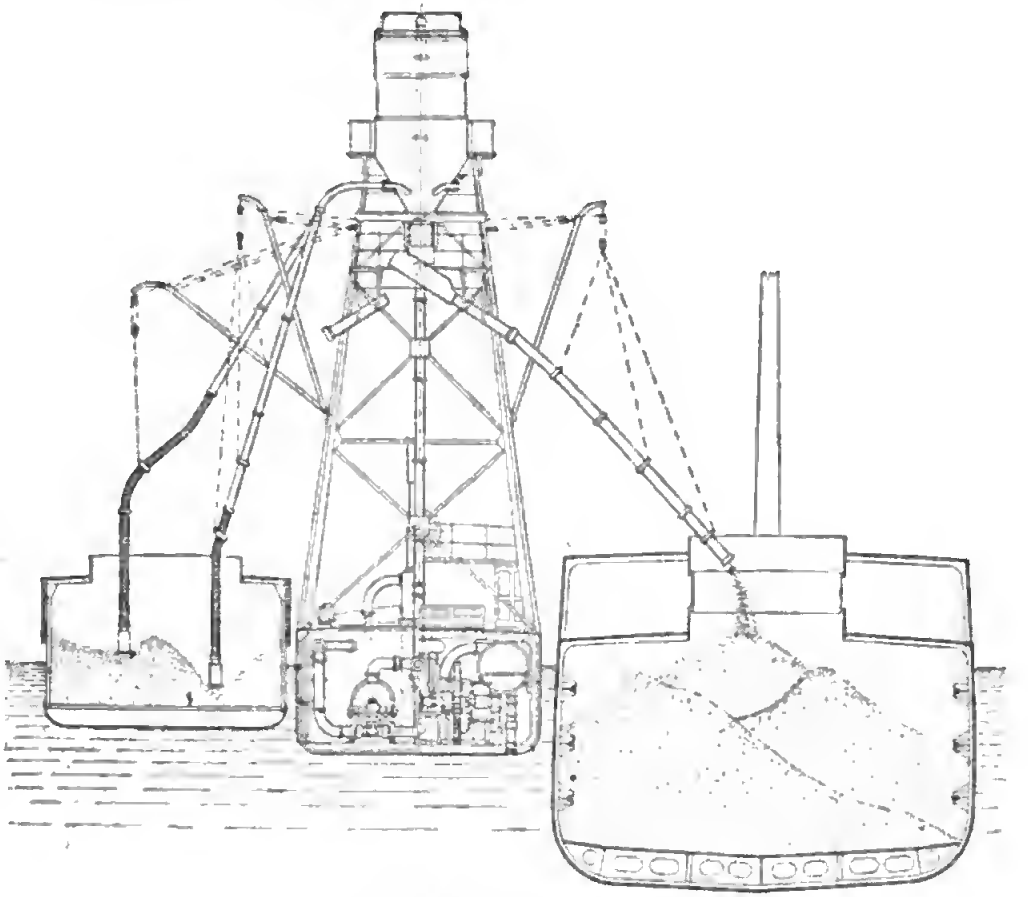

Abb. 47. Pneumatischer Elevator.

Für die Kohlen werden, je nachdem dieselben aus einem Hafen aus- oder in einen Hafen eingeführt werden, besondere Anlagen hergestellt. Dort, wo die Kohlen in großen Massen ausgeführt werden, stellt man mächtige Kohlenschüttkrähne oder andere Kohlenverladevorrichtungen her, in welchen ein Eisenbahnwagen auf einmal in das Schiff entladen wird.

Die Entladung der Schiffe erfolgt durch Dampfwinden oder in einzelnen Fällen wie die der Getreidedampfer mittels Elevatoren.

Für die Verladung der Erze haben namentlich die Ameri-

Abb. 48. Brownsche Hebezeuge.

kaner in jüngster Zeit sehr leistungsfähige Maschinen erbaut, wie die Brownschen Hebewerke. (Abb. 48.)

Digitized by Google

Zu einem leiſtungsfähigen, modernen Seehafen gehören

Abb. 49. Trockendock.

unbedingt alle für die Ausbeſſerung beſchädigter Seeſchiffe erforderlichen Anlagen.

Derartige Anlagen sind gewöhnlich mit den Anstalten zur Erbauung neuer Schiffe, d. h. den Schiffswerften verbunden. Um die Schiffe an den unter Wasser befindlichen Stellen ausbessern zu können, müssen dieselben trocken gelegt werden, was meistens mit Hilfe von Trocken- und Schwimmdocks geschieht. Da die Trockendocks (Abb. 49) bei dem beständig größer werdenden Tiefgang der Schiffe sehr kostspielig werden, so verwendet man für die Handelsschiffe immer häufiger Schwimmdocks. Ein Schwimmdock (Abb. 50) besteht aus einem Ponton mit hochragenden Längswänden. Heute werden diese Docks fast stets aus Eisen hergestellt.

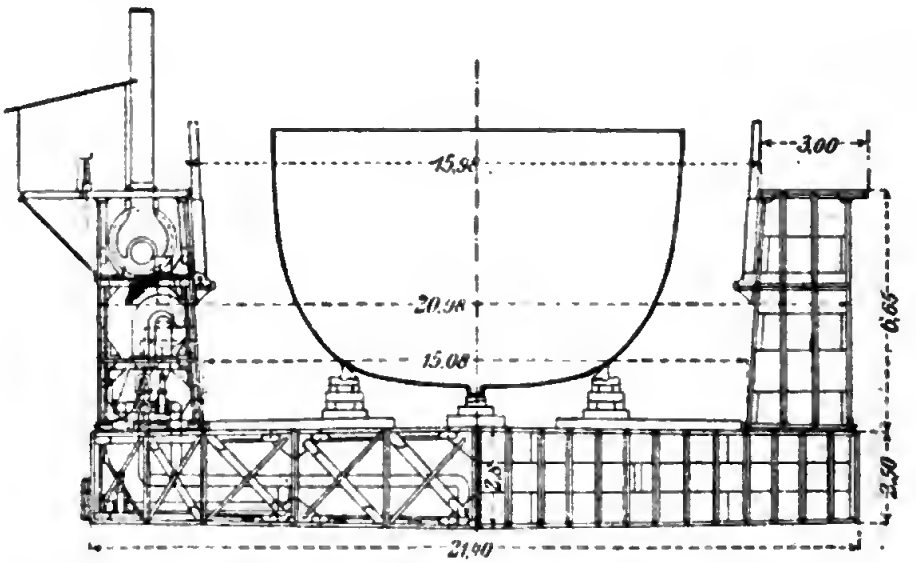

Abb. 50. Schwimmdock.

Die Räume können mit Wasser gefüllt werden, wodurch das Dock sich senkt und zwar muß dasselbe so tief gesenkt werden können, daß die zur Reparatur kommenden Schiffe über den unteren Ponton hinweg zwischen die Seitenwände fahren können. Alsdann wird das Wasser aus den einzelnen Kammern des Schwimmdocks wieder herausgepumpt, wodurch dieses mit dem darin befindlichen Schiff hochkommt. Man ist alsdann in der Lage alle Teile des Schiffes, welches im Dock entsprechend abgesteift wird, einer genauen Besichtigung zu unterziehen und die erforderlichen Arbeiten auszuführen. Die Aufgabe, in der Zufahrtsstraße oder im Hafen gesunkene Schiffe wieder zu heben oder zu beseitigen, wird in der Regel von besonderen Gesellschaften, sogenannten Bergungsgesellschaften, erfüllt.

Digitized by Google

Wie die vorstehenden Ausführungen werden erkennen haben lassen, sind die von einem modernen, leistungsfähigen Hafen zu erfüllenden Bedingungen sehr mannigfaltiger Art. Bei der Kostspieligkeit der einzelnen hierfür erforderlichen Anlagen kann nur bei Aufwendung ganz erheblicher Mittel etwas Ersprießliches geschaffen werden. Es ist ein erfreuliches Zeichen und ein Beweis von der aufblühenden Handelsbedeutung Deutschlands, daß eine in stetem Wachsen begriffene Anzahl deutscher Hafenorte hinsichtlich ihrer Ausstattung kühn den Vergleich mit den besten Leistungen anderer Völker auszuhalten vermögen, ja diese nach manchen Richtungen hin übertreffen.

Verzeichnis der Abbildungen nebst Quellennachweis.

		Seite
Abb.	1. Lageplan der Hauptstraßen in der Schweiz und Tirol .	5
=	2. Kehren an der Splügenstraße (nach einer Photographie der Photoglob Co. Zürich)	7
=	3. Wintergallerie mit dem Piz Cambrena an der Berninastraße (nach einer Photographie der Photoglob Co. Zürich)	8
=	4. Brücke über das Russeiner Tobel (Bavier: die Straßen der Schweiz)	9
=	5. Dariel-Schlucht (nach einer Photographie der Photoglob Co. Zürich)	17
=	6. Eisenbahn mit Blenkinsops Zahnstange (Steiner: Bilder aus der Geschichte des Verkehrs)	20
=	7. Bruntons Stützkrücken (Steiner: Bilder aus der Geschichte des Verkehrs	20
=	8. Steigungsverhältnisse der Eisenbahnen	22
=	9. Modell einer atmosphärischen Eisenbahn (The Engineer	
=	10. 1898 I) . . . . . 24.	25
=	11. Strecke Weizen-Zollhaus der strategischen Bahn im Schwarzwald	26
=	12. Lageplan der Hauptgebirgsbahnen der Schweiz ꝛc. . . .	27
=	13. Kehrtunnel, Grundriß	29
=	14. Kehrtunnel, Aufriß	29
=	15. Freiliegende Kehre der Darjeeling-Himalaja-Bahn (Tafel I) (Engineering 1897 I)	30
=	16. Spitzkehre bei Ghabari (Darjeeling-Himalaja-Bahn (Tafel II) (Engineering 1897 I)	30
=	17. Bürgenstockbahn (nach einer Photographie d. Photoglob Co. Zürich)	45
=	18. Bergbahnweiche	46
=	19. Bremsvorrichtung der Stanserhornbahn	49
=	20. Pilatusbahn, Eselswand (nach einer Photographie der Photoglob Co. Zürich)	50
=	21. Lageplan von Bergbahnen der Schweiz	52

Digitized by Google

Seite

Abb. 22. Lageplan der Transkaspischen und Sibirischen Eisenbahn 57. 69
= 23. Landschaftsbild aus der Mandschurei 72
= 24. Sibirische Eisenbahn (Südussuri-Bahn) 74
= 25. Sibirische Eisenbahn (Südussuri-Bahn) 75
(Abb. 23, 24, 25 entnommen dem Werk: Orientreise S. Maj. des Kaisers von Rußland Nikolaus II. als Großf.-Thronfolger, verfaßt von Fürst v. Uchtomskij, 1890—91.)
= 26. Ansicht der chinesischen Mauer 87
= 27. Lageplan des Kaiserkanals 89
= 28. Lageplan mit den chinesischen Eisenbahnen 99
= 29. Längenschnitt einer Kammerschleuse 102
= 30. Hebewerk auf Preßkolben 104
= 31. Hebewerk auf Schwimmern zu Henrichenburg 105
= 32. Chinesische Rollbrücke (Gandar: Le canal imperial) . 107
= 33. Elektrischer Schiffszug, System Lamp } Ztschr. d. Ver. } 110
= 34. Elektrischer Schiffszug, Stromführung } deutscher In- } 111
= 35. Elektrischer Schiffszug, elektrisches Pferd } genieure, 1898 } 111
= 36. Elektrischer Schiffszug, System Köttgen 113
= 37. Dampfbagger (Eimerbagger) 114
= 38. Trockenbagger (Dampfschaufel) 115
= 39. Kanalisierter Flußlauf, Wehr mit Schleuse 118
= 40. } Baaken (L. Hagen: Über Schiffahrtszeichen, bearbeitet
= 41. } von C. Peiffhoven) 124
= 42. } Bojen (L. Hagen: Über Schiffahrtszeichen, bearbeitet
= 43. } von C. Peiffhoven) 124
= 44. Eisbrecher (Das Eisbrechwesen im deutschen Reich von Görz und Buchheister) 127
= 45. Wellenbrecher (Dunkerque son port son commerce) 128
= 46. Taucherschacht (Druckluft-Gründungen von C. Zschokke) 131
= 47. Pneumatischer Elevator (Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure, 1898) 133
= 48. Kohlenverladevorrichtung, Brownsches Hebezeug (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1898) . . 134
= 49. Trockendock (Dunkerque son port son commerce) . . 135
= 50. Querschnitt eines Schwimmdocks 136

Das Eisenhüttenwesen erläutert in acht Vorträgen von Prof. Dr. H. Wedding. Mit 12 Figuren im Text. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Das Eisen ist das unentbehrlichste Metall, ohne dessen Gebrauch das gegenwärtige Leben gebildeter Völker nicht zu denken ist. Wie von jedem gebildeten Menschen erwartet werden darf, daß er weiß, auf welche Weise Brot hergestellt wird, so sollte auch von jedem eine wenigstens allgemeine Kenntnis der Vorgänge vorausgesetzt werden dürfen, vermittelst derer Eisen erzeugt und in seine Gebrauchsformen gebracht wird Das ist der Gegenstand der Eisenhüttenkunde. In den vorliegenden acht Vorträgen wird das Eisenhüttenwesen in gemeinfaßlicher Weise von einem der bedeutendsten Fachmänner erörtert.

Die ständischen und sozialen Kämpfe in der römischen Republik. Von Leo Bloch. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Es giebt schwerlich einen gleich interessanten und gleich bedeutungsvollen Vorgang in der Weltgeschichte wie die Entwicklung der römischen Weltmacht. Die sozialen Erscheinungen, die inneren Kämpfe der Stände, unter denen sich die Entwicklung vollzieht und die in erster Linie agrarischen Charakter tragen, haben aber für uns heute besonderes Interesse, und so ist eine — von allem philologischen Detail absehende gemeinverständliche Darstellung dieser Kämpfe wohlberechtigt, wie sie das vorliegende Bändchen giebt.

Einführung in die Theorie und den Bau der neueren Wärmekraftmaschinen. Von Ingenieur Richard Vater. Mit zahlreichen Abbildungen. Geh. *M.* 1.—, geschmackv. geb. *M.* 1.25.

Das Verständnis der immer wichtiger werdenden neueren Wärmekraftmaschinen, das heißt der Gas-, Petroleum- und Benzinmaschinen, will dies Bändchen einem weiteren Kreise zugänglich machen, sowohl dem Nichtfachmanne, wie demjenigen, der mit geringerer Vorbildung in engere oder losere Berührung mit den Maschinen gelangte, Interesse und Verständnis für die Sache erwecken. Der Zweck des Bändchens ist somit nicht ein rein technischer, sondern zugleich ein allgemein bildender. Nach einer Gegenüberstellung der älteren und neueren Wärmekraftmaschinen wird zunächst die Gasmaschine behandelt, dann die Petroleum- und Benzinmaschinen; zum Schlusse wird auf die neueste Wärmekraftmaschine, auf die Maschine von Diesel, etwas näher eingegangen

Das Licht und die Farben. Sechs Vorträge, gehalten im Volkshochschulverein München. Von Professor Dr. L. Graetz. Mit 113 Abbildungen. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Die Vorträge gehen von den im Druck durch die Abbildungen ersetzten wichtigsten optischen Erscheinungen aus, aus denen sie die Gesetze des Lichtes herauszuziehen und dadurch, schrittweise vom Einfacheren zum Komplizierteren fortschreitend, immer tiefer in das Wesen des Lichtes einzudringen suchen. Ausgehend zunächst von den einfachsten Erscheinungen der scheinbar geradlinigen Ausbreitung, Zurückwerfung und Brechung des Lichtes wird dann das Wesen der Farben behandelt. Die Frage nach der Natur der Seifenblasenfarben leitet zur Einführung in die Wellennatur des Lichtes. Danach wendet sich die Darstellung der Photographie zu. Die letzte Vorlesung endlich macht die Einsichten in die Natur des Lichtes präziser, indem sie das Licht als eine spezielle elektrische Erscheinung anschließt an das große Gebiet der Elektrizität.

Der Bau des Weltalls. Von Prof. Dr. J. Scheiner. Mit [illegible] reichen Abbildungen. Geh. *M* 1.—, geschmackv. geb. *M* 1.25.

Dieses Bändchen beabsichtigt, in allgemeinverständlicher Darstellung in das Hauptproblem der Astronomie, das auf lebhaftestes Interesse bei einem jeden Menschen rechnen darf, die Erkenntnis des Weltalls einzuführen. Das erste Kapitel ist der Aufgabe gewidmet, den Leser an die wirklichen Verhältnisse von Raum und Zeit im Weltall zu gewöhnen, um hierüber eine klare Anschauung zu ermöglichen, die unbedingt zum Verständnis des Ganzen erforderlich ist. Das zweite Kapitel lehrt, wie das Weltall von der Erde aus erscheint; die drei folgenden Kapitel sind dem inneren Bau des Weltalls gewidmet, d. h. in ihnen ist die Struktur der selbständigen Himmelskörper mit Hilfe der Spektralanalyse auseinandergesetzt. Das letzte Kapitel giebt als Schlußstein eine Lösung der Frage über die äußere Konstitution der Fixsternwelt.

Die Metalle. Von Prof. Dr. K. Scheid. Reich illustriert. Geh. *M* 1.—, geschmackvoll geb. *M* 1.25.

Das Bändchen will, ohne daß irgend welche Kenntnisse der Chemie und Gesteinkunde vorausgesetzt werden, eine Erklärung geben, wie die Metalle in der Erde sich als Erze abgelagert haben mögen und wie die Erze sich in das reine Metall umwandeln lassen; wie die Metalle auf den Hüttenwerken dargestellt werden, ist unter Beigabe von Abbildungen erklärt. In den letzten Abschnitten werden sodann die Metalle hinsichtlich ihrer Eigenschaften verglichen und das Allgemeine über Darstellung und Verarbeitung zusammenfassend erklärt.

Meeresforschung und Meeresleben. Von Dr. Janson. Geh. *M* 1.—, geschmackvoll geb. *M* 1.25.

Gerade jetzt, zu einer Zeit, wo unser deutsches Volk seine Blicke hinaus in die Ferne richtet, erschien eine den Absichten der Sammlung entsprechend im engsten Rahmen gehaltene Zusammenfassung der hauptsächlichsten Erfolge und der zunächst ins Auge genommenen Ziele der modernen systematischen Meeresuntersuchung. — Einer kurzen Darstellung der Entwicklungsgeschichte der modernen Meeresforschung und ihrer Ziele folgt eine Betrachtung der Verteilung von Wasser und Land auf der Erde, der Tiefen des Meeres, der Erhebungen seines Bodens und der ihn bedeckenden Ablagerungen. Daran schließt sich eine Behandlung der physikalischen und chemischen Verhältnisse des Meerwassers an. Den Schluß bildet eine kurze Beschreibung der wichtigsten Organismen des Meeres, der Pflanzen und Tiere, der Werkzeuge und Methoden ihres Fanges und ihrer Anpassungserscheinungen an die so eigenartigen Lebensverhältnisse der Ozeane.

Die moderne Heilwissenschaft. Wesen und Grenzen des ärztlichen Wissens. Von Dr. E. Biernacki. Deutsch von Dr. S. Ebel, Badearzt in Gräfenberg. Geh. *M* 1.—, geschmackv. geb. *M* 1.25.

Die Abhandlung bezweckt, in den Inhalt des ärztlichen Wissens und Könnens von einem allgemeineren Standpunkte aus einzuführen. Sie behandelt die geschichtliche Entwicklung der medizinischen Grundbegriffe, die Leistungsfähigkeit und die Fortschritte der modernen Heilkunst, die Beziehungen zwischen der Diagnose und der Behandlung der Krankheit, sowie die Grenzen der modernen Diagnostik in allgemein verständlicher Weise. Eine ausführliche Behandlung erfährt insbesondere auch das kulturgeschichtlich so interessante [illegible] Sektenwesen (Homöopathie, Volksmedizin u. Naturheilkunde u. s. w.

Das Zeitalter der Entdeckungen. Von Prof. Dr. S. Günther in München. Mit einer Weltkarte. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Wenig Zeitalter dürfen heute, wo kühne Forschungsreisen unsere Teilnahme und Bewunderung immer aufs neue erwecken, wie immer lebhafteren Anteil an der Nutzbarmachung neuer Entdeckungen nehmen, wohl in weiteren Kreisen auf so lebhaftes Interesse rechnen, wie das Entdeckungszeitalter. Von einer Übersicht über den geographischen Wissensstand des Altertums und Mittelalters ausgehend, behandelt der Verfasser dann das Entdeckungszeitalter im engeren Sinne, von dem Auftreten Heinrichs des Seefahrers, des ersten zielbewußten Organisators der Entdeckungsarbeit, bis zu den Bestrebungen der germanischen Völker, um Asien oder Amerika herum einen neuen Seeweg nach Indien zu finden; die Auffindung des Weges um das Kap der guten Hoffnung und die Begründung der portugiesischen Kolonialherrschaft in Asien, sodann die Fahrten des Columbus, die Erdumsegelung von Magalhaës, die Entdeckungen und Eroberungen der Spanier in Süd-, Mittel- und Nordamerika und endlich das Hervortreten der französischen, britischen und holländischen Seefahrer.

YB 1837

Schöpfunge … or
Curt … ck-
voll ge …

Die „ … uf
ein weites J … n
hervorrage … s
vor; die Ge … d
transsibiri … e-
langen zur … n
Gebirgsstra … n
Asien bereit … k-
tierten Eisen … n
kurzen Zügen … s
zur Ausführu … n
befindlichen U …

567374
UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

Die fünf … g
in Wien. Mit 29 Abbild. im Text. Geh. *M.* 1.—, geschmackvoll geb. *M.* 1.25.

Der Verfasser sucht die Fragen über die Bedeutung, Anzahl, Benennung und Leistungen der Sinne in gemeinfaßlicher Weise zu beantworten. Nach einer kurzen allgemeinen Charakteristik des einzelnen Sinnesgebietes bringt er zunächst das Organ und seine Funktionsweise, dann die als Reiz wirkenden äußeren Ursachen und zuletzt den Inhalt, die Stärke, das räumliche und zeitliche Merkmal der Empfindungen zur Besprechung. Am ausführlichsten behandelt er den Gehör- und Gesichtssinn, insbesondere die Gebiete der Töne und Farben. Überall verwertet er maßvoll und selbständig die neuesten Ergebnisse der Wissenschaft.

Weitere Bändchen befinden sich in Vorberei…